

茶髮狀病化學藥劑篩選與田間防治

林秀榮^{1,*} 黃玉如²

摘要

茶髮狀病在臺灣各地茶區零星發生，包括新北市坪林、宜蘭冬山、南投名間與竹山、雲林林內、高雄那瑪夏、臺東鹿野等茶區。該病在發病初期茶樹生長不會明顯受影響，但罹病多年的茶樹則會出現芽葉密度低、成葉變小、植株生長遲緩、產量降低及樹勢衰弱等現象。而目前該病尚無核准登記使用之殺菌劑，故本研究擬針對茶樹上已核准登記使用之 11 種殺菌劑進行對茶髮狀病菌防治之評估，測試藥劑包括四克利、得克利、待克利、克熱淨、免賴得、甲基多保淨、百克敏、扶吉胺、腈硫醃、嘉賜貝芬及腈硫克敏。測試結果指出，除甲基多保淨、腈硫醃及嘉賜貝芬在有效濃度 1,000 ppm 下皆無法達到 50%菌絲生長抑制之效果外，其他 8 種藥劑皆對菌絲生長抑制具有良好效果；另測試 11 種供試藥劑對茶髮狀病菌活力影響，顯示僅得克利可在有效濃度 100 ppm 處理後可達 50%以上抑制髮狀病菌索生長。進行得克利田間防治茶髮狀病效果評估，結果得知得克利對菌索活力之抑制情形於實驗室與田間測試相同，抑制率皆為 70%左右。茶髮狀病防治除了應用化學藥劑外，更整合應用多種防治策略，包括應注意避免自其他茶園帶入菌索、加強茶樹肥培管理及徹底清源管理等，方可有效降低茶髮狀病病原密度及維持茶樹樹勢之健康。

關鍵字：菌索、得克利、清源、整合性防治

前言

茶髮狀病菌 (*Marasmius equicrinis*) 首度被印度 Mann 氏在茶樹上發現 (Petch, 1923)。在臺灣則在 1978 年胡氏於宜蘭茶區發現並首次記錄之 (Hu, 1984)，本病當時僅發生於臺灣東部少數茶區，危害並不嚴重。直至 1984 年起，該病在臺灣各地茶區陸續發生，包括新北市坪林、宜蘭冬山、南投名間與竹山、雲林林內、高雄那瑪夏、臺東鹿野等茶區。根據 Petch (1923, 1948) 指出，茶髮狀病發生於印度、錫蘭、爪哇及澳洲等地；此外中國大陸 (Chen and Chen, 1990) 及日本 (Ezuka and Ando, 1994) 亦有發生紀錄，大部分亞洲熱帶地區皆會發生，尤以多霧潮濕的叢林中更容易有該病的發生。髮狀病除了在茶樹上發生外，亦在肉豆蔻、紅毛丹及橡樹上有危害之紀錄 (Dassanayake et al., 2009)；而 1991 年於印度廢棄的可可樹上亦觀察到本病害 (Koshy et al., 1991)。

1. 行政院農委會茶業改良場 副研究員兼股長。臺灣 桃園市。

2. 行政院農委會茶業改良場 魚池分場副研究員兼股長。臺灣 南投縣。

*通訊作者。

受茶髮狀病菌危害的茶樹枝條上會直接長出許多黑色絲狀物稱菌索 (rhizomorph)，菌索可直接由罹病枝上長出，菌索遇固體，在接觸點長出金黃色的菌絲褥，緊密的附著其上 (曾，2004)。菌索為由菌絲間共用細胞壁而非常緊密的聚合在一起，外層的黑色菌絲呈黑色，可以抵抗不良環境 (曾及林，2007)。黑色菌索多生長在茶叢中上部位的枝條上，受害嚴重的茶樹，明顯可見枝條或葉片乾枯死亡，其上幾乎為黑色菌索所纏繞 (曾，2004)。冬季修剪枝條後，茶樹叢中可見許多枯死之細枝條與枯葉，上有許多菌索；夏季遠看茶園一片茂密，但近看罹病茶叢，葉片較健康者稍黃，芽葉密度較低，枝葉撥開亦有大量菌索貫穿樹冠之中。本病四十年來已立足於茶園中，成為茶樹重要病害之一。

髮狀病對茶樹的影響至目前為止有各種說法，Sarmah (1960) 與 Petch (1923) 等人認為本菌養分來源為其吸盤所附著之衰老枝幹已枯死之皮層，不會吸取未枯死之組織養分，對其寄主無害；原攝祐 (1931) 則認為該菌絲會伸入寄主組織中吸取養分；Hu (1984) 觀察受害枝條，該菌之吸盤並不限於吸附於枯死之枝條，成活之枝條或臺刈後新生之枝條亦有吸盤吸附，似乎不能認為對茶樹無害；Su 等人 (2011) 利用髮狀病菌索所產生之氣體處理茶苗，發現菌索所產生之氣體會使茶樹葉片掉落，因此解釋了受菌索盤據之枝條通常缺少葉片之現象。由以上前人研究推斷茶髮狀病會影響茶樹生育，為了有效降低茶樹髮狀對茶樹生育之影響，本研究目的擬針對目前已核准登記使用在茶樹之殺菌劑進行防治效果評估，以供農友田間茶髮狀病管理之參考。

材料與方法

一、供試菌索及菌株

自新北市坪林區青心烏龍茶園採集茶髮狀病菌索，利用表面消毒進行純培養，獲得茶髮狀病菌菌株 (HHB-1)，經形態學鑑定為 *Marasmius equicrinis*。

二、供試藥劑種類

選用行政院農業委員會動植物防疫檢疫局公告之核准登記使用於茶樹之殺菌劑等 11 種化學藥劑為供試藥劑 (表一)，三唑類 (1-3)：(1) 11.6 % 四克利水基乳劑 (Tetraconazole EW)，意農有限公司；(2) 25.9 % 得克利水基乳劑 (Tebuconazole EW)，日農科技股份有限公司；(3) 25 % 待克利乳劑 (Difenoconazole EC)，先正達股份有限公司；脂肪族類 (4)：(4) 40 % 克熱淨可濕性粉劑 (Iminoctadine Triacetate WP)，日本曹達股份有限公司；苯並咪唑類 (5-6)：(5) 50 % 免賴得可濕性粉劑 (Benomyl WP)，臺灣杜邦股份有限公司；(6) 50 % 甲基多保淨可濕性粉劑 (Thiophanate-Methyl WP)，大勝化學工業股份有限公司；史托比類 (7)：(7) 23.6 % 百克敏乳劑 (Pyraclostrobin EC)，臺灣巴斯夫股份有限公司；雜環類 (8-9)：(8) 39.5 % 扶吉胺水懸劑 (Fluazinam SC)，石原產業株式會社；(9) 42.2 % 腈硫醯水懸劑 (Dithianon SC)，臺灣巴斯夫股份有限公司；混合劑 (10-11)：(10) 43 % 嘉賜貝芬可濕性粉劑 (Kasugamycin hydrochloride + Carbendazin WP，大勝化學工業股份有限公司)；(11) 16 % 腈硫克敏水分散性粒劑 (Pyraclostrobin + Dithianon WG)，臺灣巴斯夫股份有限公司。以上供試藥劑以有效濃度 (active ingredient, a.i.) 調配至 1 µg/mL、10 µg/mL、100 µg/mL 及 1,000 µg/mL 備用。

三、供試藥劑對茶髮狀病菌菌絲生長抑制測試

藥劑試驗方法參考蔡等 (2005)。配製馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基 (Potato Dextrose Agar, PDA)，

將 PDA 培養基倒入直徑 9 公分的滅菌塑膠培養皿中，每皿含 20 mL 培養基。供試菌株移植於 PDA 上於 28°C 定溫箱培養 5 天後，以滅菌之打孔器（孔徑 0.7 cm）切取菌絲尖端，製成菌絲塊供試。

採用稀釋平板法測定供試藥劑之藥效。藥劑的配製方法：先將適量之供試藥劑溶於 50-100 mL 之無菌蒸餾水中。每 350 mL 之 PDA 裝置於 500 mL 之血清瓶中，於滅菌後等培養基之溫度降至 60°C，快速加入供試藥劑後搖勻，倒入塑膠培養皿中，每皿 20 mL，配製成有效濃度為 1、10、100 及 1,000 ppm 含農藥 PDA 平板。待培養基冷卻放置 2 天後，將一塊直徑 0.7 cm 的新鮮菌絲塊移植於添加農藥之培養基平板中心，培養基於室溫下培養 7 天後，觀察菌絲生長情形，並測量菌絲生長直徑。每處理 5 重複，試驗重複兩次。對照處理則不添加任何農藥。

相對抑制率 RI (Relative Inhibition) = (對照組菌落直徑 - 處理組菌落直徑) / 對照組菌落直徑 × 100%。

四、供試藥劑對茶髮狀病菌索活力影響測試

將 2 公分長之茶髮狀病菌索以不同濃度之供試藥劑（1、10、100 及 1,000 a.i. µg/mL）浸泡（圖一），24 小時後取出晾乾，置於濕潤的無菌濾紙培養皿中，以 25°C 生長箱培養，於培養第 3、7、14 及 21 天後觀察菌索外觀，及觀察是否有白色菌絲自菌索中長出（圖二），每處理 30 根菌索。對照組為浸泡無菌水。

五、供試藥劑田間防治茶髮狀病效果測試

於南投縣竹山鎮 8 年生臺茶 20 號茶園進行茶髮狀病化學藥劑防治測試，施用 25.9% 得克利水基乳劑 2,500 倍稀釋，以單位面積每公頃用水量 1,000 公升進行換算茶行面積所需施藥量，施用方式以 25 公升電動背負式噴藥機、手持噴頭進行樹冠下方施藥作業，對照組為施用水。每處理 4 重複，施藥前及施藥後採取菌索進行菌索活力測試，計算施藥對菌索生長抑制率。

菌索生長抑制率 RI (Relative Inhibition) = (對照組具活性菌索 - 處理組具活性菌索) / 對照組具活性菌索 × 100%。

結果與討論

11 種供試藥劑對菌絲生長抑制試驗結果（表二）顯示，藥劑有效濃度在 1 ppm 下僅免賴得、甲基多保淨、腈硫醯及嘉賜貝芬四種藥劑對髮狀病菌絲生長抑制無法達到 50% 抑制率，其他 7 種供試藥劑則皆可達到茶髮狀病菌菌絲生長之 70% 抑制率，其中又以得克利、克熱淨及百克敏更可達到 100% 抑制茶髮狀病菌菌絲生長之效果。免賴得及嘉賜貝芬則在有效濃度 1,000 ppm 時可達 50% 之菌絲生長抑制率，而甲基多保淨及嘉賜貝芬在有效濃度 1,000 ppm 時仍無法達到 50% 菌絲生長抑制率。結果顯示三唑類 (triazoles) 藥劑包括四克利、得克利及待克利；胍類 (guanidines) 之克熱淨；甲氧基丙酯類 (methoxy-carbamates) 之百克敏；二硝基苯胺類 (2,6-dinitrianiilines) 之扶吉胺對於茶髮狀病菌菌絲生長具有良好抑制效果，該四類藥劑的作用機制分別為，固醇類生合成過程去甲基化酶抑制劑、影響細胞膜的通透性及抑制 RNA 生合成、阻斷粒線體 cytochrome bc1 電子傳遞作用、解耦粒線體氧化磷酸化作用（曾，2015）。

由於茶髮狀病主要以菌索形態存在田間，實際上藥劑直接接觸到菌絲機率並不高，故本試驗進一步評估殺菌劑對菌索活力之影響，結果顯示 11 種供試藥劑中僅得克利可有效降低髮狀病菌索之活力，且在有效濃度 100 ppm 下即可達到 50% 以上之抑制效果，效果次之者為四克利，其他 9

種供試藥劑則在有效濃度 1,000 ppm 下皆無法降低菌索活力。

進一步測試得克利於田間防治茶髮狀病之效果，以得克利核准登記使用於茶樹之使用方法，25.9%得克利水基乳劑稀釋 2,500 倍，每株茶樹約噴施 150 毫升藥液量，利用背負手持式電動噴藥桶，進行直接噴施於樹冠下方菌索之作業，噴施前與噴施後 1 周皆取樣菌索進行活力測試，結果顯示處理得克利之髮狀病菌索活力與對照組有顯著差異，換算防治率約為 70%，與實驗室測試結果相同。

結 論

茶髮狀病在臺灣立足紀錄已逾 40 年，然而因其對茶樹造成之影響為緩慢而長期，往往不受重視，又因該病原菌之特化殘存構造-菌索，對環境之耐受力強，及其可行腐生之生態特性，造成一旦茶園受髮狀病感染，若無徹底清源管理，不論茶樹進行深剪、臺刈甚至茶園更新，茶髮狀病皆會在短至數月，長至數年中再次出現茶園，繼而影響茶園耕作與茶樹樹勢等。本試驗雖篩選已核准登記使用於茶樹之殺菌劑--得克利，用以防治茶髮狀病，但防治效果仍僅七成，故建議應同時採取多種防治措施，包括 1.注意機械或茶園管理人員攜帶髮狀病菌索進入茶園；2.發病茶園需多加注意肥培管理，以維持茶樹之健康樹勢；3.清園管理-如人工清除菌索、樹冠下方枯枝落葉及菌索進行火燒等，整合應用各種策略方可降低茶髮狀病病原密度及維持茶樹樹勢之健康。

參考文獻

1. 原攝祐. 1931. 茶樹的病害. 日本菌類學會. pp. 133-134. 靜岡市. 日本。
2. 許如君、吳昌昱. 2018. 農用藥劑分類及作用機制檢索第三版. 臺北市:國立臺灣大學昆蟲學系。
3. 曾方明. 2004. 植物保護圖鑑系列 4-茶樹保護. 臺北市:行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
4. 曾方明、林秀穗. 2007. 茶樹整合管理. 臺中市:行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。
5. 曾德賜. 2015. 農藥藥理與應用-殺菌劑. 臺中市:藝軒圖書出版社。
6. 蔡志濃、安寶貞、謝文瑞. 2005. 抑制褐根病菌、白紋羽菌及南方靈芝菌之化學藥劑篩選. 植物病理學會刊 14: 115-124。
7. Chen, C. M., and Chen, S. F. 1990. Diagnosis and control of tea bush disease. Shanghai Science and Technology Publication Company, Shanghai.
8. Dassanayake, N., Wanigasundara, W., Balasuriya, A., and Amaratunge, M. 2009. A field assessment of the factors affecting horse hair blight (*Marasmius equicrinis*) in tea in the Ratnapura District. J Agric Sci 4: 59-66.
9. Ezuka, A., and Ando, Y. 1994. Tea disease in Japan. Japan Plant Protection Association, Tokyo.
10. Hu, C. H. 1984. Horse-hair blight, new disease of tea bush caused by *Marasmius equicrinis* mull in Taiwan. Taiwan Tea Research Bulletin 3: 1-4. (In Chinese).
11. Koshy, A., Ravi, S., and Pecthambaran, C. K. 1991. Horse blight of cocoa in India. Arecanut and Spices Journal 15: 15-16.
12. Petch, T. 1923. Horse-hair blight. In: Diseases of the tea bush. Macmillan, London, pp. 83-85.
13. Petch, T. 1948. A revision of Ceylon *Marasmius*. Trans. Br. Mycol. Soc. 31: 21-44.
14. Sarmah K. C. 1960. Disease of tea and associated crop in northeast India. India Tea Assoc Memo

26: 48–50.

15. Su, H. J., Thseng, F. M., Chen, J. S., and Ko, W. H. 2011. Production of volatile substances by rhizomorphs of *Marasmius crinisequi* and its significance in nature. *Fungal Diversity* 49: 199-202.

表一、試驗藥劑基本資料

Table 1 Profiles of tested fungicides

藥劑普通名 Common name	藥劑普通名 (英文) Common name (English)	藥劑商品名 Trade name	劑型及有效濃度 Formulation and A.I. concentrations	分類 Classification (FRAC*)
四克利	Tetraconazole	龍滅菌	11.6%水基乳劑	G1, 3
得克利	Tebuconazole	長欣	25.9%水基乳劑	G1, 3
待克利	Difenoconazole	炭剋	25%乳劑	G1, 3
克熱淨	Iminoctadine triacetate	倍福農	40%可濕性粉劑	M7
免賴得	Benomyl	億力	50 %可濕性粉劑	B1, 1
甲基多保淨	Thiophanate-Methyl	保利春	50 %可濕性粉劑	B1, 1
百克敏	Pyraclostrobin	總司令	23.6%乳劑	11,C3
扶吉胺	Fluazinam	福農帥	39.5 %水懸劑	C5, 29
腈硫醌	Dithianon	炭星	42.2 %水懸劑	M9
嘉賜貝芬	Kasugamycin hydrochloride + Carbendazin	美谷丹	43 %可濕性粉劑	D3, 24 + B1, 1
腈硫克敏	Pyraclostrobin + Dithianon	炭速靈	16 %水分散性粒劑	M9 + 11,C3

*殺菌劑抗藥性執行委員會 (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC)。FRAC 將殺菌劑依其活性成分及作用方式的不同，給予不同的編碼 (許及吳，2018)。

表二、供試藥劑對茶髮狀病菌絲生長抑制率 (%) 調查

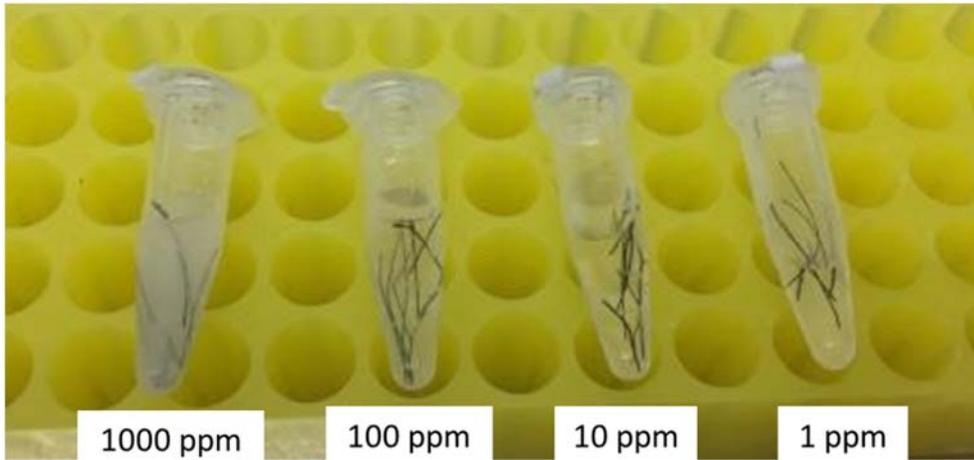
Table 2 Investigation on mycelium growth inhibition rate (%) of fungicides to horse hair blight

藥劑普通名 Common name	Inhibition rate (%)			
	1 ppm	10 ppm	100 ppm	1000 ppm
四克利	70±7.98	97.41±5.48	100	100
得克利	100	100	100	100
待克利	79.46±0.98	78.5±2.78	83.7±1.54	89.36±5.87
克熱淨	100	100	100	100
免賴得	9.62±1.61	10.74±3.04	28.54±2.54	88.28±3.16
甲基多保淨	13.64±1.99	12.79±4.3	23.6±3.63	45.36±4.25
百克敏	100	100	100	100
扶吉胺	82.25±2.08	86.24±2.43	100	100
腈硫醌	1.72±5.06	0.41±5.71	3.9±6.83	46.33±8.82
嘉賜貝芬	3.93±2.45	4.467±2.29	19.46±3.18	55.21±10.9
腈硫克敏	78.21±3.52	85.57±1.3	87.83±0.6	100

表三、供試藥劑對茶髮狀病菌索生長抑制率 (%) 調查

Table 3 Investigation on rhizomorph growth inhibition rate (%) of fungicides to horse hair blight

藥劑普通名 Common name	Inhibition rate (%)			
	1 ppm	10 ppm	100 ppm	1000 ppm
四克利	-10±11.5	-0.3±20.8	19.7±5.8	46.3±11.5
得克利	10±8.9	33±15.6	70±11.3	79±8.7
待克利	0	0	0	0
克熱淨	0	0	0	1±13.2
免賴得	0	0	0	0
甲基多保淨	0	0	0	0
百克敏	0	0	0	0
扶吉胺	0	0	0	0
腈硫醌	0	0	0	0
嘉賜貝芬	7±10	14±11.5	20±5.8	4±5.8
腈硫克敏	0	0	0	0



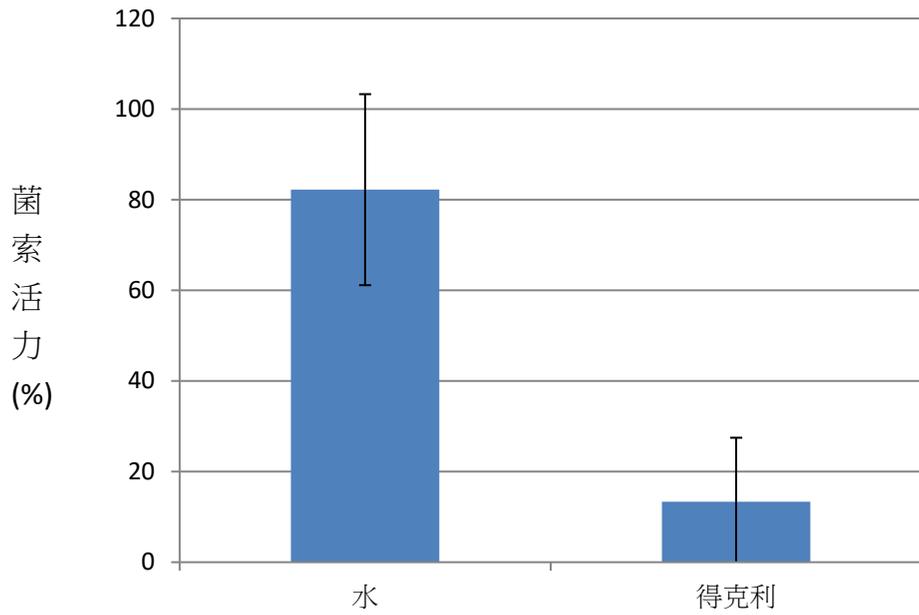
圖一、髮狀病菌索浸泡得克利藥劑情形

Fig.1. Horse hair blight rhizomorph soaked in fungicide (Tebuconazole) solution



圖二、具活力之髮狀病菌絲會自菌索兩端長出。

Fig. 2. Mycelium grow from both ends of the vibrant rhizomorph



圖三、田間施用得克利對茶髮狀病菌索活力影響調查

Fig. 3. Investigation of the influence of Tebuconazole to horse hair blight rhizomorph vibrant in field trail

Chemicals Screening and Control of Horse Hair Blight (*Marasmius equicrinis*) of Tea Plants

Shiou-Ruei Lin^{1,*} Yu-Ju Huang²

Summary

Horse hair blight (HHB) occurs sporadically in tea plantations throughout Taiwan, including Pinglin in New Taipei city, Dongshan in Yilan county, Mingjian and Zhushan in Nantou county, Linnei in Yunlin county, Namasia in Kaohsiung city, Luye in Taitung county and other tea areas. The growth of tea plants will not be significantly affected in the early stage of the disease occurring. Tea plants with HHB long term infection for years become low density of bud leaves, small leaves, slow growth of plants, reduced yield and weakened trees. However, there are no approved registration fungicides to control this disease. In this study, we evaluated the efficacy of 11 fungicides included Tetraconazole, Tebuconazole, Difenoconazole, Iminoctadine triacetate, Benomyl, Thiophanate-Methyl, Pyraclostrobin, Fluazinam, Dithianon, Kasugamycin hydrochloride + Carbendazin, and Pyraclostrobin + Dithianon to control HHB. The data showed 8 fungicides inhibited the HHB mycelia growth effectively in low active ingredient concentration. In the evaluation of fungicide to control HHB rhizomorph test, only Tebuconazole showed 50 %inhibition rate of the rhizomorph growth under active ingredient concentration 100 ppm. It was also showing the same result with the field trail. In addition to the application of chemical fungicides to control HHB, to integrate multiple control strategies such as avoiding the introduction of rhizomorph from other tea plantations, strengthening the tea plants fertilizer management, and thoroughly cleaning up pest source could reduce the HHB pathogen population and maintain the tea plant growth.

Key words: Rhizomorph, Tebuconazole, Clean up source, Integrated pest management

1. Associate Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2. Associate Researcher, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author.

2019 年度命名茶樹新品種臺茶 24 號 試驗報告

余錦安¹ 鄭混元¹ 羅士凱¹ 蕭建興¹ 胡智益²
楊美珠³ 林金池³ 吳聲舜³ 邱垂豐³

摘要

臺茶 24 號種原為臺灣山茶，自 2000 年引種至 2015 年選出 5 個優良品系，經比較試驗至 2018 年選出臺東永康 1 號品系最具生產潛力，於 2019 年 6 月 20 日正式命名為臺茶 24 號。該品種為臺灣山茶品種，幼芽綠中帶紅色、無茸毛，葉形為披針形，生長勢強，抗病蟲害強，茶芽密度高，手採茶菁年產量每公頃可達 1 萬公斤。適製綠茶及紅茶，成茶香氣具有菇蕈、杏仁及咖啡等特色，滋味甘醇濃稠，略具收斂性，相較於臺茶 18 號具較低咖啡因。

關鍵字：茶、育種、產量、品種、咖啡因

前言

臺灣山茶 (*Camellia formosensis*) 可見於南投、嘉義、高雄、屏東及臺東等縣市，依調查區域名稱分為眉原山茶、鳳凰山茶、德化社山茶、瀨頭赤芽山茶、水井赤芽山茶、龍頭山茶、樂野山茶、南鳳山茶、鳴海山茶及永康山茶，海拔分佈在 700 至 1,650 公尺區間 (王等, 1989、1990)，其中臺東永康山茶為臺灣山茶分佈之最東緣。目前對臺灣山茶之利用，在高雄市六龜及桃源兩區已有少量人工栽培，而本場培育出之臺茶 18 號 (紅玉) 為緬甸大葉種 Burma (B-729) 與臺灣山茶 (B-607) 雜交的優良後代，具有肉桂及薄荷香 (王及何, 1997)；由此可見，臺灣山茶除可直接製作成為新的茶產品外，亦為遺傳育種優良種原資材。

臺東分場於 1990 年進行評估臺東永康山茶的利用價值，初步調查結果顯示該區域山茶樹體散發出濃烈的特殊氣味，製茶品質亦極具特殊風味，不似大葉種製作綠茶呈現明顯的苦澀味。馮等於 2000 年 5 月再次前往調查該區野生茶樹分佈情形，發現原有之野生茶樹生長之原始林區，均被開墾為造林地，永康野生茶樹正急遽減少中 (馮等, 1991)，僅海拔 850 公尺處尚有一小群落生長於原始林中，850 至 970 公尺造林區僅於產業道路旁發現部分野生茶樹。為保留該山茶種原特有之風味，俾直接利用開發具本土性少量多樣化的茶產品，便開始陸續引種至分場進行繁殖，以利於進行臺灣山茶種原蒐集、保存及選育之目的，並期能篩選出樹勢強壯、抗旱、抗病蟲、特殊風味之優質新品系，以提供經濟栽培，做為日後開發新風味茶類之利用。

引種繁殖後的永康山茶，經臺東分場前茶作股股長鄭混元先生多年調查、分析及選拔，先後對永康山茶於田間性狀表現、製茶特性提出相關研究成果報告，如永康野生茶春茶胺基酸含量高於

-
1. 行政院農委會茶業改良場臺東分場 助理研究員、前副研究員兼股長、副研究員兼股長、副研究員兼分場長。臺灣 臺東縣。
 2. 行政院農委會茶業改良場文山分場 副研究員兼股長。臺灣 新北市。
 3. 行政院農委會茶業改良場 副研究員兼課長、研究員兼課長、秘書、副場長。臺灣 桃園市。

臺茶 12 號及青心烏龍 (鄭等, 2003)、永康山茶具可溶醣含量高及咖啡因含量低於大葉種原特性 (鄭及范, 2013)、永康山茶適製綠茶與紅茶 (鄭等, 2016b)、永康山茶沖泡品質具持久性, 及其經多次沖泡青葷甜果香愈趨明顯 (鄭等, 2016a)。本報告僅就永康山茶於育種過程所選出優良品系—臺東永康 1 號, 即命名後為「臺茶 24 號」與對照品種 (臺茶 18 號) 進行之比較試驗結果, 描述其差異性及優缺點。

育成經過及方法

- 一、引種：臺東縣延平鄉泰平山為臺灣原生山茶分布最東緣, 其分布在海拔 850 至 1,060 公尺區間。茶業改良場臺東分場自 2000 至 2002 年在泰平山 (北緯 23°55', 東經 121°05', 海拔 850-950 公尺) 進行調查及試驗。試驗期間於 2001 年自泰平山引種, 經扦插繁殖後於該分場 1-3 母本區種植成樹。
- 二、單株選拔：經種植於母本區後, 發現茶樹間性狀差異頗大, 於 2012 年開始進行單株選拔, 2015 年選出 5 個優良品系, 編號分別為永康 1、2、5、13 及 20 號。
- 三、品系比較試驗：經選出優良品系與同具山茶血緣之臺茶 18 號進行品系比較試驗, 每一品系 (種) 每行 20 株為 1 重複, 共 4 重複。到 2018 年選育完成, 選出目標為樹勢強壯、抗旱、耐機採、抗病蟲、具特殊風味及適口性佳之優良新品系。
- 四、茶葉主要成分含量分析：
 - (1) 取樣：每樣品取樣 3 次進行分析。
 - (2) 化學成分分析方法：
 - A. 茶湯萃取方法：茶葉磨粉過篩, 取 0.5 克茶粉, 加入 90°C 去離子水 45 mL, 以 90°C 水浴萃取 20 分鐘, 過濾後定量至 50 mL, 取萃取液供分析。
 - B. 總游離胺基酸測定方法：以茚三酮 (Ninhydrin) 比色法進行分析, 並以茶胺酸 (theanine) 為標品 (Ikegaya and Masuda, 1986)。
 - C. 總多元酚測定方法：以酒石酸亞鐵 (Ferrous tartrate) 比色法進行分析, 並以沒食子酸 (gallic acid) 為標品 (Iwasa, 1975)。
 - D. 兒茶素及咖啡因測定方法：參照中華民國國家標準 CNS 15022 - N 6384「兒茶素」之檢驗方法。以 HPLC 分析茶湯中： (+)-Catechin (C), (-)-Epicatechin (EC), (-)-Epigallocatechin (EGC), (-)-Catechin-3-gallate (CG), Epicatechin-3-gallate (ECG), (-)-Epigallocatechin-3-gallate (EGCG), (-)-gallocatechin-3-gallate (GCG), (-)-gallocatechin (GC), 以個別兒茶素含量加總計算值做為為總兒茶素含量, 同時檢測咖啡因含量。

結果與討論

一、茶樹特性

臺茶 24 號為半喬木型茶樹, 樹型為橫張型, 生長勢強 (圖一), 葉披針形, 葉面平滑, 不具茸毛, 萌芽期早, 茶芽之芽色綠帶紅, 抗病力及耐旱性強。扦插繁殖試驗顯示, 臺茶 24 號成活率可達 96.3% (表一) 農藝性狀表現具一致性。栽植後茶芽呈綠中帶紅, 具有與母樹性狀相同之穩定性。臺茶 24 號萌芽期比對照品種臺茶 18 號早約 1 週; 於春季在百芽重及單位面積茶芽密度皆高於臺茶 18 號 (表二)。臺茶 24 號茶菁收量, 在成木期之年平均手採茶菁量為 11,300 kg/ha, 較臺茶 18 號 7,400 kg/ha 為高 (表三)。

二、茶芽特性

臺茶 24 號茶芽呈綠中帶紅色，臺茶 18 號茶芽則為淡黃色（圖二），其農藝性狀如表四及五。

2015 年：臺茶 24 號全葉長、一心三葉長平均分別為 17.8 cm 及 11.3 cm，較對照品種臺茶 18 號 16.8 cm 及 10.2 cm 長；茶芽第 1、2 節間徑分別為 0.15 cm 及 0.19 cm，較臺茶 18 號 0.19 cm 及 0.23 cm 細；第 1 節間長為 1.6 cm，較臺茶 18 號 1.7 cm 短，但第 2 節間長為 3.2 cm，較臺茶 18 號 2.9 cm 長；第二、三葉厚度分別為 0.19 mm 及 0.23 mm，較臺茶 18 號 0.22 mm 及 0.25 mm 薄；第 2、3 葉長度分別 7.0 cm 及 9.3 cm，較臺茶 18 號 6.1 cm 及 8.2 cm 長；第 2、3 葉寬度分別為 2.5 cm 及 3.7 cm，較臺茶 18 號 4.0 cm 及 4.5 cm 窄；第 2 葉葉面積為 12.57 cm²，較臺茶 18 號 17.72 cm² 第 3 葉面積為 24.6 cm²，較臺茶 18 號 26.1 cm² 小。

2016 年：臺茶 24 號全葉長為 18.9 cm，略長於對照品種臺茶 18 號 18.6 cm；一心三葉長 10.3 cm，較臺茶 18 號 11.5 cm 短；茶芽第 1、2 節間徑分別為 0.15 cm 及 0.18 cm，較臺茶 18 號 0.20 cm 及 0.24 cm 細；第 1 節間長為 1.7 cm 較臺茶 18 號 1.8 cm 短，第 2 節間長 2.9 cm，與臺茶 18 號相近；第 2、3 葉厚度分別為 0.23 mm 及 0.26 mm，與臺茶 18 號相近；第 2、3 葉長度分別為 8.4 cm 及 9.5 cm，較臺茶 18 號 6.9 cm 及 8.3 cm 長；第 2、3 葉寬度分別為 2.5 cm 及 3.2 cm，較臺茶 18 號 3.8 cm 及 4.3 cm 窄；第 2 葉葉面積為 15.31 cm²，較臺茶 18 號 19.03 cm² 小。第 3 葉面積為 21.2 cm²，較臺茶 18 號 24.9 cm² 小。

2017 年：臺茶 24 號全葉長為 19.1 cm，略短於對照品種臺茶 18 號 19.2 cm；一心三葉長 9.8 cm，較臺茶 18 號 11.2 cm 短；茶芽第 1、2 節間徑分別為 0.15 cm 及 0.19 cm，較臺茶 18 號 0.23 cm 及 0.25 cm 短；第 1 節間長為 1.7 cm 較臺茶 18 號 1.9 cm 短；第 2 節間長 3.1 cm，與臺茶 18 號相近；第 2 葉厚度為 0.22 mm，較臺茶 18 號 0.21 mm 厚；第 3 葉厚 0.25 mm，與臺茶 18 號一樣；第 2、3 葉長度分別為 6.3 cm 及 9.6 cm，較臺茶 18 號 6.0 cm 及 8.0 cm 長；第 2、3 葉寬度分別為 2.3 cm 及 3.3 cm，較臺茶 18 號 3.9 cm 及 4.6 cm 短；第 2 葉葉面積為 10.42 cm²，較臺茶 18 號 16.74 cm² 小。第 3 葉面積為 22.1 cm²，較臺茶 18 號 25.7 cm² 小。

綜合 3 年調查結果，臺茶 24 號全葉長度平均約為 18.6 cm，較臺茶 18 號 18.2 cm 長。一心三葉芽長為 10.5 cm，較臺茶 18 號 11.0 cm 短；茶芽第 1、2 節間徑分別為 0.15、0.19 cm，皆較臺茶 18 號 0.21 及 0.24 cm 為細；第 1 節間長平均為 1.7 cm，較臺茶 18 號 1.8 cm 短，但第 2 節長為 3.1 cm 則較臺茶 18 號 2.9 長（圖三）；第 2 葉厚度為 0.21 mm 相較於臺茶 18 號 0.22 mm 為薄，但第 3 葉厚度為 0.25 mm，則與臺茶 18 號相同；第 2、3 葉長度平均分別為 7.3 cm、9.1 cm，較臺茶 18 號 6.4 cm、8.2 cm 長；第 2、3 葉寬度分別為 2.4 cm、3.4 cm，較臺茶 18 號 3.9 cm、4.5 cm 窄；第 2 葉葉面積為 8.62 cm²，較臺茶 18 號 11.21 cm² 小；第 3 葉面積為 22.6 cm²，較臺茶 18 號 25.5 cm² 小。（表六）。成葉部分（表七、圖四），成葉長為 10.2 cm 較臺茶 18 號 8.8 cm 長，但於葉寬平均分別為 3.1 cm，較臺茶 18 號 3.6 cm 為窄；葉厚為 0.29 mm，較臺茶 18 號 0.35 mm 為薄；臺茶 24 號葉脈對數為 19.4 對，少於臺茶 18 號 20.8 對。整體而言，臺東永康 1 號葉形較臺茶 18 號為狹長，長寬比大，可達 2.6 甚至 3.0，屬披針細長型，而臺茶 18 號長寬比介於 2.0 至 2.5，屬長橢圓型；另可由茶芽色澤、萌芽時期與葉形，即可明顯區分臺東永康 1 號與臺茶 18 號兩品種（系）之差異性。

三、製茶特性

茶葉品質評審方法，係依據茶葉感官品評方法，評定茶葉外觀（形狀和色澤）、茶湯水色、香氣及滋味等優劣。泡茶方法為 150 mL 鑑定杯組內，置放 3 公克茶葉後，沖入沸水浸泡 5 分鐘，隨即將茶湯倒入評審杯內，並先評審未經沖泡茶樣之「形狀」及「色澤」之優劣，再評審茶湯「水色」、「香氣」與「滋味」。紅茶評審標準為：形狀及色澤各占 10 分、水色占 20 分、香氣及滋味各占 30 分，合計為 100 分。

臺茶 24 號製成綠茶茶湯水色蜜黃綠且明亮（圖五），滋味微苦回甘；製成紅茶，茶湯水色艷紅明亮（圖六），滋味醇和甘甜略具收斂性。臺茶 24 號香氣顯現杏仁、咖啡及蕈菇香味為其品種特性。紅茶耐泡性高於綠茶，經多次沖泡，其品系特殊香味仍具可辨別性。

臺茶 24 號與對照品種臺茶 18 號於 2016 至 2018 年製作綠茶及紅茶感官品評之結果如表六：

2015 年感官品評結果：春、冬二季臺茶 24 號綠茶分數分別為 81 及 79.5 分，皆優於對照品種

臺茶 18 號 75.5 及 75 分；夏季紅茶臺茶 24 號為 80.5 分，略低於臺茶 18 號的 81.5 分，但秋季紅茶則為 81.5 分，優於臺茶 18 號的 81.0 分。

2016 年感官品評結果：冬季綠茶臺茶 24 號為 85.5 分，優於臺茶 18 號的 80.0 分；秋季紅茶對照品種臺茶 18 號為 83.0 分，較臺茶 24 號的 80.0 分佳。

2017 年感官品評結果：春、冬二季綠茶臺茶 24 號為 83.2 及 86.5 分，優於臺茶 18 號的 82.2 及 85.5 分；秋季紅茶則以臺茶 18 號 85.0 分優於臺茶 24 號的 83.0 分。

綜合 3 年品評結果，臺茶 24 號在茶葉形狀及色澤分數上，與對照品種臺茶 18 號於各季表現互有高低；但在茶湯水色上，則兩相差異不大；在香氣與滋味二項加總，臺茶 24 號於春、冬二季製作綠茶分數分別為 49.7 及 51.5 分，優於臺茶 18 號 48.7 及 48.5 分；秋季製作紅茶，臺茶 18 號分數為 50.5 分，略優於臺茶 24 號 50.0 分。此外，臺茶 24 號無論是製作綠茶或紅茶，皆具有杏仁、咖啡及菇蕈等香氣，臺茶 18 號則不具如此香味；臺茶 24 號的滋味甘醇濃厚，特別是夏茶更為顯著。

四、病蟲害調查

病蟲害調查如表七所示，並將發生程度由較到重依序為無發生、輕微、重、較重及極重等 5 個等級。臺茶 24 號在病害方面，夏季有輕微的茶赤葉枯病發生，其主因為連日降雨所致。蟲害方面，小綠葉蟬於各季皆有發生，即只要萌發嫩芽，就有小綠葉蟬發生；小黃薊馬發生於秋季；葉蟬類及捲葉蛾類發生在春、夏兩季；茶角盲椿象發生在夏、冬兩季；桔黃銹蟎發生在冬季。上述害蟲，其對茶芽危害程度為輕微到重。

對照品種臺茶 18 號病蟲害調查結果如表七所示，病害方面，有赤葉枯病發生，程度為較重。在蟲害方面，各茶季皆有小綠葉蟬及小黃薊馬發生，程度為輕微到較重；茶角盲椿象發生在夏、冬兩季，並以夏季危害較嚴重，程度為較重；捲葉蛾類發生於早春、春、夏及晚冬等茶季，程度為輕微；葉蟬類發生於春、夏兩茶季，程度為輕微。

整體而言，臺茶 24 號與對照品種臺茶 18 號相較，對小綠葉蟬、小黃薊馬及捲葉蛾類抗性表現較佳，尤以小黃薊馬最為顯著。

五、茶葉主要成分分析

經選育出之臺茶 24 號於春茶進行茶葉化學成分分析 (表八)，結果顯示製作綠茶，臺茶 24 號總兒茶素及咖啡因含量分別為 105.4 mg/g DW、24.3 mg/g DW，低於對照組臺茶 18 號 171.1 mg/g DW、35.9 mg/g DW；總游離胺基酸含量為 25.7 mg/g DW，高於臺茶 18 號 17.8 mg/g DW；製作紅茶，臺茶 24 號總兒茶素含量為 36.1 mg/g DW、咖啡因 28.8 mg/g DW 及總游離胺基酸 49.9 mg/g DW 皆低於對照品種臺茶 18 號 56.8 mg/g DW、28.8 mg/g DW 及 55.1 mg/g DW。

結 論

綜觀上述試驗研究結果顯示，臺茶 24 號優缺點如表九，生長勢強，抗病蟲害較強，茶芽密度高且單位面積產量高。製成茶香氣具有菇蕈、杏仁及咖啡等香氣，滋味甘醇濃稠略具收斂性，具較低咖啡因，為適製紅茶及綠茶。由親緣分析結果，臺茶 24 號與現有臺灣栽培品種的遺傳分群不同，可增加本土茶樹品種多樣性，另具有與現有栽培品種不同風味，具高度推廣價值。

致 謝

本研究期間田間管理工作、茶葉製造及感官品評等工作，承蒙本分場蕭建興分場長、羅士凱股長、蕭國忠助研員、蕭孟昶助研員、黃校翊助研員、陳秀慧技工、陳清海技工等同仁協助始能完成。另特別感謝已自本分場退休前茶作股長鄭混元，最早投入永康山茶研究達十餘年心力，加上本場育種小組協助 (表十)，才得以讓此永康山茶命名成功。謹致以最誠摯的謝意。

參考文獻

1. 王兩全、何信鳳、陳右人、馮鑑淮、邱再發. 1989. 臺灣野生茶樹種源保存與利用 (一). 行政院農業委員會 78 年生態研究第 033 號。
2. 王兩全、何信鳳、陳右人、馮鑑淮、邱再發. 1990. 臺灣野生茶樹種源保存與利用 I. 台灣眉原山野生茶樹調查. 臺灣茶業研究彙報 9: 1-6。
3. 王兩全、何信鳳. 1997. 台灣野生茶樹調查與利用. 特用作用試驗成果研討會專刊. 台灣省農業試驗所等刊 第 74 號. pp. 71-80。
4. 馮鑑淮、王兩全、林木連、陳右人、張清寬、邱再發. 1991. 台灣野生茶樹種源保存與利用 (三). 八十年度自然文化景觀報告 第 005 號。
5. 蔡俊明、張清寬、陳右人、陳國任、蔡右任、邱垂豐、林金池、范宏杰. 2004. 2004 年度命名茶樹新品種臺茶 19 號及 20 號試驗報告. 臺灣茶業研究彙報 23: 57-77。
6. 鄭混元、范宏杰、陳信言、陳惠藏. 2003. 台東永康山野生茶樹調查及復育與製茶品質之研究. 臺灣茶業研究彙報 22: 1-16。
7. 鄭混元、范宏杰. 2013. 臺灣野生茶樹資源及其利用. 臺灣茶業研究彙報 32: 21-44。
8. 鄭混元、范宏杰、余錦安. 2016a. 永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究. 臺灣茶業研究彙報 35: 21-48。
9. 鄭混元、范宏杰、余錦安. 2016b. 不同葉形永康山茶茶芽性狀、化學成分及製茶品質之研究. 臺灣茶業研究彙報 35: 49-64。

Test Report for TTES No.24-New Tea Cultivar Officially Names in 2019

Chin-An Yu¹ Hun-Yuan Cheng¹ Shih-Kai Lo¹ Jian-Hsing Shiau¹
Chih-Yi Hu² Meei-Ju Yang³ Jin-Chih Lin³ Sang-Shun Wu³
Chui-Feng Chiu³

Summary

TTES No.24 is the first pure Taiwan native wild tea descent among all Taiwanese tea cultivars. It was introduced to the breeding field in 2000. From then till 2015, five potential lines had been chosen. Again, more comparisons had been done afterward until *Camellia formosensis* var. *Yungkangensis* No.1 was finally selected from them in 2018. Then it officially named “TTES No.24” on June 20, 2019. Its bud was reddish-prone, no pubescence and its leaf shape was lanceolate. In addition, with strong and rapid growth rate, great resistance to diseases and pests, and high bud density, the annual yield of leaves per hectare of TTES No.24 could be up to 10,000 kilograms. It was suitable to be manufactured green tea and black tea. The made tea had a unique post-brew scent possesses a blend of mushroom, almond, and coffee. Further, the flavor of infused tea was rich, slight astringent and less caffeine than TTES No.18.

Key words: Tea, Breeding, Yield, Cultivar, Caffeine

-
1. Assistant Researcher, Former Associate Agronomist, Associate Agronomist, Director, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.
 2. Associate Agronomist, Wenshan Branch, Tea Research and Extension Station, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.
 3. Associate Agronomist, Senior Agronomist, Secretary, Vice Director, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

表一、臺茶 24 號與臺茶 18 號扦插成活率及一年生樹高及樹寬比較

Table 1 Comparisons between TTES No.24 and TTES No.18 for the cutting survival rate, tree height and width after first year

品種	扦插成活率 (%)	樹高 (cm)	樹寬 (cm)
臺茶 24 號	96.3 ^a	38.6 ^b	22.3 ^b
臺茶 18 號	95.2 ^a	61.0 ^a	50.3 ^a

*同行數字後方英文字母相同者表未達 5%LSD 最小差異顯著水準。

*Behind figures of the same column, values with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表二、臺茶 24 號與臺茶 18 號之生育特性表

Table 2 Differences of fertility characteristics between TTES No.24 and TTES No.18

調查項目	臺茶 24 號	臺茶 18 號
育成來源	開放授粉實生後裔	雜交育種
萌芽期	2/15	2/22
春茶適採期	3/22~3/26	3/20~3/26
百芽重 (g)	94 ^b	128 ^a
茶芽密度 (30×30 cm ; 個)	83 ^a	38 ^b
生長勢	強	中
樹形	橫張	中間

*同列數字後方英文字母相同者表未達 5%LSD 最小差異顯著水準。

*Behind figures of the same row, values with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表三、臺茶 24 號與臺茶 18 號不同季節手採茶菁產量之比較分析

Table 3 Comparisons between TTES No.24 and TTES No.18 for the yield of hand-plucked tea leaves in different seasons

品種	茶菁收量 (kg/ha)				合計
	春茶	夏茶	秋茶	冬茶	
臺茶 24 號	2,800 ^a	2,600 ^a	3,300 ^a	2,600 ^a	11,300
臺茶 18 號	2,100 ^b	1,600 ^b	1,900 ^b	1,800 ^b	7,400

*同行數字後方英文字母相同者表未達 5%LSD 最小差異顯著水準。

*Behind figures of the same column, values with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表四、臺茶 24 號與臺茶 18 號農藝性狀調查結果 (2015-2017 年)

Table 4 Investigation results of agronomic characteristics of TTES No.24 and TTES No.18 (2015-2017)

年度	品種	全葉長	一心 三葉長	cm		
				第 1 節間徑	第 2 節間徑	第 1 節間長
2015	臺茶 24 號	17.8 ^{ab}	11.3 ^{ab}	0.15 ^c	0.19 ^c	1.6 ^b
	臺茶 18 號	16.8 ^b	10.2 ^{bc}	0.19 ^b	0.23 ^b	1.7 ^{ab}
2016	臺茶 24 號	18.9 ^{ab}	10.3 ^{abc}	0.15 ^c	0.18 ^c	1.7 ^{ab}
	臺茶 18 號	18.5 ^{ab}	11.5 ^a	0.20 ^b	0.24 ^{ab}	1.8 ^{ab}
2017	臺茶 24 號	19.1 ^a	9.8 ^c	0.15 ^c	0.19 ^c	1.7 ^{ab}
	臺茶 18 號	19.2 ^a	11.2 ^{ab}	0.23 ^a	0.25 ^a	1.9 ^a
平均	臺茶 24 號	18.6	10.5	0.15	0.19	1.7
	臺茶 18 號	18.2	11.0	0.21	0.24	1.8

*同行數字後方英文字母相同者表未達5% LSD最小差異顯著水準。

*Behind figures of the same column, values with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

(續表四-1)(Table 4-1 *continued*)

年度	品系	總芽長	一心 三葉長	cm				第 2 葉厚 mm
				第 1 節間徑	第 2 節間徑	第 1 節間長	第 2 節間長	
2015	臺茶 24 號	17.8 ^{ab}	11.3 ^{ab}	0.15 ^c	0.19 ^c	1.6 ^b	3.2 ^a	0.19 ^c
	臺茶 18 號	16.8 ^b	10.2 ^{bc}	0.19 ^b	0.23 ^b	1.7 ^{ab}	2.9 ^a	0.22 ^{ab}
2016	臺茶 24 號	18.9 ^{ab}	10.3 ^{abc}	0.15 ^c	0.18 ^c	1.7 ^{ab}	2.9 ^a	0.23 ^a
	臺茶 18 號	18.5 ^{ab}	11.5 ^a	0.20 ^b	0.24 ^{ab}	1.8 ^{ab}	2.9 ^a	0.23 ^a
2017	臺茶 24 號	19.1 ^a	9.8 ^c	0.15 ^c	0.19 ^c	1.7 ^{ab}	3.1 ^a	0.22 ^{ab}
	臺茶 18 號	19.2 ^a	11.2 ^{ab}	0.23 ^a	0.25 ^a	1.9 ^a	3.1 ^a	0.21 ^b
平均	臺茶 24 號	18.6	10.5	0.15	0.19	1.7	3.1	0.21
	臺茶 18 號	18.2	11.0	0.21	0.24	1.8	2.9	0.22

*同行數字後方英文字母相同者表未達5% LSD最小差異顯著水準。

*Behind figures of the same column, values with the same letters are not significantly different at 5% level by fisher's protected LSD test.

(續表四-2)(Table 4-2 continued)

年度	品系	第 3	第 2	第 2	第 3	第 3	第 2	第 3
		葉厚 mm	葉長	葉寬	葉長	葉寬	葉面積	葉面積
		cm					cm ²	
2015	臺茶 24 號	0.23 ^b	7.0 ^b	2.5 ^b	9.5 ^a	3.7 ^b	12.5 ^{cd}	24.6 ^{ab}
	臺茶 18 號	0.25 ^a	6.1 ^c	4.0 ^a	8.3 ^a	4.5 ^a	17.2 ^{ab}	26.1 ^a
2016	臺茶 24 號	0.26 ^a	8.4 ^a	2.5 ^b	9.5 ^a	3.2 ^b	15.3 ^{bc}	21.2 ^c
	臺茶 18 號	0.26 ^a	6.9 ^b	3.8 ^a	8.3 ^a	4.3 ^a	19.0 ^a	24.9 ^{ab}
2017	臺茶 24 號	0.25 ^a	6.3 ^{bc}	2.3 ^b	9.6 ^a	3.3 ^b	10.4 ^d	22.1 ^{bc}
	臺茶 18 號	0.25 ^a	6.0 ^c	3.9 ^a	8.0 ^a	4.6 ^a	16.7 ^{ab}	25.7 ^a
平均	臺茶 24 號	0.25	7.3	2.4	9.1	3.4	8.6	22.6
	臺茶 18 號	0.25	6.4	3.9	8.2	4.5	11.2	25.5

*同行數字後方英文字母相同者表未達 5%LSD 最小差異顯著水準。

*Behind figures of the same column, values with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表五、臺茶 24 號與臺茶 18 號成葉農藝性狀調查分析表

Table 5 Analysis of agronomic characteristics of adult leaves of TTES No.24 and TTES No.18

品種	成葉長	成葉寬	葉柄長	葉厚	葉脈對數
	cm			mm	對
臺茶 24 號	10.2 ^a	3.1 ^b	0.4 ^a	0.29 ^b	19 ^a
臺茶 18 號	8.8 ^b	3.6 ^a	0.5 ^a	0.35 ^a	20 ^a

*同行數字後方英文字母相同者表未達 5%LSD 最小差異顯著水準。

*Behind figures of the same column, values with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表六、臺茶 24 號與臺茶 18 號綠茶及紅茶感官品評結果 (2015-2017 年)

(單位：分)

Table 6 Results of sensory evaluation between green tea and black tea which produced from TTES No.24 and TTES No.18 (2015-2017)

(Unit: score)

年度	茶季茶類	編號	形狀 (10)	色澤 (10)	水色 (20)	香氣 (30)	滋味 (30)	合計 (100)
2015	春-綠茶	臺茶 24 號	7.5	8.0	16.0	25.5	24.0	81.0
		臺茶 18 號	7.0	7.5	16.0	22.5	22.5	75.5
	夏-紅茶	臺茶 24 號	7.5	7.5	16.0	25.5	24.0	80.5
		臺茶 18 號	8.0	8.0	16.0	25.5	24.0	81.5
	秋-紅茶	臺茶 24 號	8.0	8.0	16.0	25.5	24.0	81.5
		臺茶 18 號	7.5	8.0	16.0	24.0	25.5	81.0
冬-綠茶	臺茶 24 號	7.5	7.5	15.0	25.5	24.0	79.5	
	臺茶 18 號	7.5	7.5	15.0	22.5	22.5	75.0	
2016	春-綠茶	臺茶 24 號	8.0	8.5	17.0	25.5	24.0	83.0
		臺茶 18 號	8.0	8.0	16.0	25.5	25.5	83.0
	夏-紅茶	臺茶 24 號	8.0	8.0	16.0	24.0	24.0	80.0
		臺茶 18 號	8.0	8.0	16.0	24.0	24.0	80.0
	秋-紅茶	臺茶 24 號	7.5	7.5	16.0	25.5	24.0	80.5
		臺茶 18 號	8.0	8.0	16.0	25.5	25.5	83.0
冬-綠茶	臺茶 24 號	8.0	8.0	17.0	27.0	25.5	85.5	
	臺茶 18 號	8.0	8.0	16.0	24.0	24.0	80.0	
2017	春-綠茶	臺茶 24 號	8.0	8.0	17.0	24.7	25.5	83.2
		臺茶 18 號	8.0	8.0	16.0	24.7	25.5	82.2
	夏-紅茶	臺茶 24 號	7.5	8.5	16.0	24.0	24.0	80.0
		臺茶 18 號	7.5	8.5	16.0	24.0	24.0	80.0
	秋-紅茶	臺茶 24 號	7.5	7.5	17.0	25.5	25.5	83.0
		臺茶 18 號	8.5	7.5	17.0	25.5	25.5	85.0
冬-綠茶	臺茶 24 號	8.5	8.5	17.0	25.5	27.0	86.5	
	臺茶 18 號	7.5	8.5	17.0	27.0	25.5	85.5	
平均	春-綠茶	臺茶 24 號	7.8	8.2	16.7	25.2	24.5	82.4
		臺茶 18 號	7.7	7.8	16.0	24.2	24.5	80.2
	夏-紅茶	臺茶 24 號	7.7	8.0	16.0	24.5	24.0	80.2
		臺茶 18 號	7.8	8.2	16.0	24.5	24.0	80.5
	秋-紅茶	臺茶 24 號	7.7	7.7	16.3	25.5	24.5	81.7
		臺茶 18 號	8.0	7.8	16.3	25.0	25.5	83.0
	冬-綠茶	臺茶 24 號	8.0	8.0	16.3	26.0	25.5	83.8
		臺茶 18 號	7.7	8.0	16.0	24.5	24.0	80.2

表七、臺茶 24 號與臺茶 18 號之病蟲害發生種類與程度調查

Table 7 Investigation of kinds and damage degree of diseases and pests in TTES No.24 and TTES No.18

茶季	病蟲害	品系 (種)	
		臺茶 24 號	臺茶 18 號
早春	小綠葉蟬	+	++
	小黃薊馬	-	+
	捲葉蛾類	-	+
春	小綠葉蟬	+	+
	小黃薊馬	-	+
	葉蟎類	++	+
	捲葉蛾類	+	++
夏	小綠葉蟬	+	++
	小黃薊馬	-	+
	葉蟎類	+	+
	赤葉枯病	++	+++
	茶角盲椿象	++	+++
	捲葉蛾類	+	+
秋	小綠葉蟬	+	+
	小黃薊馬	+	+++
冬	小綠葉蟬	+	+
	小黃薊馬	-	+
	茶角盲椿象	+	+
晚冬	小綠葉蟬	+	+++
	小黃薊馬	-	+
	捲葉蛾類	-	+

*-：無發生；+：輕微；++：重；+++：較重；++++：極重

*“-”：no damage; “+”：weak damage; “++”：moderate damage; “+++”：moderately severe damage; “++++”：severe damage

表八、臺茶 24 號與臺茶 18 號綠茶及紅茶化學成分含量之比較 (單位:mg/g DW)
 Table 8 Comparisons of chemical component contents between green tea and black tea which produced from TTES No.24 and TTES No.18 (Unit: mg/g DW)

茶類	品種 (系)	總兒茶素	咖啡因	總游離胺基酸
綠茶	臺茶 24 號	105.4 ^b	24.3 ^b	25.7 ^a
	臺茶 18 號	171.1 ^a	35.9 ^a	17.8 ^b
紅茶	臺茶 24 號	36.1 ^b	28.8 ^b	49.9 ^b
	臺茶 18 號	56.8 ^a	40.3 ^a	55.1 ^a

*同行數字後方英文字母相同者表未達 5%LSD 最小差異顯著水準。

*Behind figures of the same column, values with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表九、臺茶 24 號與臺茶 18 號優缺點之比較

Table 9 Comparisons between TTES No.24 and TTES No.18 for strengths and weaknesses.

品 種	優 點	缺 點
臺茶 24 號	1.生長勢強。 2.抗病蟲害能力佳。 3.茶芽密度高，單位面積 產量高。 4.總兒茶素及咖啡因含量較低，不易產生苦澀味。 5.成茶香氣具有菇蕈、杏仁及咖啡等香氣，滋味甘醇濃稠略具收斂性。 6.適製高級紅茶及綠茶。	1.製作部分發酵茶品質較差。 2.對葉蟎類及茶角盲椿象抵抗力較弱。
臺茶 18 號	1.製成紅茶具薄荷或肉桂香味，為適製高級紅茶之茶種。 2.抗病蟲害能力佳。	1.製綠茶及部分發酵茶品質較差。 2.茶品質會因不同季節而不易控制。 3.對茶角盲椿象抵抗力較弱。

表十、臺茶 24 號育種過程之參與人員及工作項目 (2001-2019 年)

Table 10 Participants and their works in breeding process of TTES No.24 (2001-2019)

年代 (西元)	工作項目	參與人員
2001~2011	1.引種	陳信言、鄭混元、吳聲舜、陽勝榮、徐福聲
	2.育種計畫執行規劃	鄭混元、吳聲舜
	3.品種特性調查、茶苗扦插繁殖、定植	鄭混元、陳秀慧、陳清海
2012~2014	1.育種計畫執行規劃	吳聲舜、鄭混元
	2.品種特性調查、茶樹栽培管理	鄭混元、陳秀慧
	3.製茶、茶葉化學分析及單株選拔	鄭混元、陳秀慧
2015~2018	1.育種計畫執行規劃	吳聲舜、鄭混元、余錦安
	2.品系比較試、栽培管理、農藝性狀及病蟲害調查	鄭混元、余錦安、陳秀慧
	3.製茶試驗	鄭混元、余錦安、陳秀慧
	4.化學分析	楊美珠、鄭混元、郭芷君
	5.感官品評	吳聲舜、范宏杰、羅士凱、蕭孟衿、黃校翊、蕭國忠
	6.親緣關係分析	胡智益
	7.資料蒐集、整理及報告撰寫	鄭混元、余錦安
2019	提出品種命名	蘇宗振、邱垂豐、吳聲舜、林金池、蔡憲宗、楊美珠、蕭建興、胡智益、余錦安



圖一、臺茶 24 號 (圖左) 及臺茶 18 號 (圖右) 植株型態
Fig. 1. Plant type of TTES No.24 (left) and TTES No.18 (right).



圖二、臺茶 24 號 (圖左) 及臺茶 18 號 (圖右) 一心三葉茶芽特徵
Fig. 2. Leaf bud characteristics of one-bud three-leaf of TTES No.24 (left) and TTES No.18 (right).



圖三、臺茶 24 號 (圖左) 及臺茶 18 號 (圖右) 一心三葉茶芽葉背特徵
 Fig. 3. Blade back characteristics of one-bud three-leaf of TTES No.24 (left) and TTES No.18 (right).



圖四、臺茶 24 號 (圖左) 及臺茶 18 號 (圖右) 成葉葉面與葉背
 Fig. 4. Blade face and blade back of adult leaves of TTES No.24 (left) and TTES No.18 (right).

2019 年度命名茶樹新品種臺茶 24 號試驗報告



圖五、臺茶 24 號 (圖左) 及臺茶 18 號 (圖右) 綠茶成茶外觀、葉底與水色之比較
Fig. 5. Comparisons of appearances, infused leaves and tea liquor colors of green tea which produced from TTES No.24 (left) and TTES No.18 (right)



圖六、臺茶 24 號 (圖左) 及臺茶 18 號 (圖右) 紅茶成茶外觀、葉底與水色之比較
Fig. 6. Comparisons of appearances, infused leaves and tea liquor colors of black tea which produced from TTES No.24 (left) and TTES No.18 (right)

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育 及品質評估

鄭混元 余錦安¹

摘要

本研究目的在於探討平地栽培永康山茶對芽葉生育特性及製茶品質的影響，並評估其對環境適應性，期能提供做為育種資源、經濟栽培及開發新風味茶類利用之參考。本試驗參試品種（收集種）包括永康山茶、南鳳山茶、大葉烏龍、青心烏龍、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 19 號及臺茶 20 號。由試驗結果顯示，不同年度及茶季間，由於氣候的差異，以致影響茶樹芽葉生育，而且達到顯著的差異。永康山茶茶芽生長尚佳，尤其在春冬茶皆呈現良好的生長，在平地栽培適應性良好，而且與栽培種茶樹差異顯著，茶樹生育期則對茶芽及葉片性狀影響不大。永康山茶製成綠茶品質風味特色呈現水色蜜黃綠明亮，香氣與滋味具青葷蔬菜風味、微苦回甘。製成紅茶水色艷紅明亮，香氣青葷甜香味，果香濃郁，醇和甘甜具收斂性。永康山茶品質特徵與大小葉栽培種有所區別，而且在每次製茶皆能穩定呈現特殊風味，為適製紅、綠茶類的種質資源。

關鍵字：永康山茶、生育、品質

前言

臺灣山茶分佈於南投、嘉義、高雄、屏東及臺東縣，依調查區域名稱分為眉原山茶、德化社山茶、鳳凰山茶、龍頭山茶、樂野山茶、南鳳山茶、鳴海山茶、永康山茶。其中臺東永康山茶為臺灣山茶分佈之最東緣，在高雄縣六龜區、桃源區已有少量人工栽培之臺灣山茶。2012 年魚池鄉舉辦日月潭紅茶評鑑競賽之品項中，也特別把山茶從大葉種中獨立出來評鑑，以臺灣山茶為品項。臺茶 18 號（紅玉）為選育自緬甸大葉種 Burma (B-729) 與臺灣山茶 (B-607) 雜交的優良後代，具有肉桂及薄荷香。由以上利用的例子可知臺灣山茶不但可做為遺傳育種資材，也可以直接製作成為新的茶產品。茶業改良場臺東分場亦進行評估臺灣山茶的利用價值，已完成永康山茶分佈情形、種原特性調查、蒐集、保存，以及利用扦插大量繁殖種原進行復育工作，2003 年已建立永康山茶種原保存園區，做為育種及學術研究資源，並進行經濟栽培，已經可以少量生產（鄭等，2003）。永康山茶品質風味呈現類似葷類香菇鮮味，在每次製茶都能穩定呈現出來，而且能夠與其他臺灣山茶有所區別。以永康山茶製作綠茶或紅茶之品質優於包種茶，為紅綠茶適製的種質資源，可以直接選育利用生產製作特色茶類（鄭及范，2015）。目前茶樹栽培品種係以臺茶 12 號及青心烏龍為主，茶產品趨於單一化，茶品種的多樣性可以開發更多具有特色的茶產品，提供消費者多重選擇。所以除了

1. 行政院農業委員會茶業改良場臺東分場 前副研究員兼茶作股長、助理研究員。臺灣 臺東縣。

新品種及地方品種以外，臺灣山茶是可以用來開發少量多樣化的茶產品。

茶葉品質的優劣，除了茶樹品種的特性，亦受到氣候環境變化的影響(邱等, 2010; 馮等, 1993; Huang, 1989; 1991)。茶葉品質品評項目主要分為色、香、味、形，表現於成茶的外觀形狀及色澤與茶湯的香氣及滋味。基本上茶葉的品質是由茶樹鮮葉質量之葉形、葉色、化學成分及採摘製造技術所決定。而氣候的變化及茶園的小氣候，直接影響茶樹的光合作用，進而影響光合產物、多元酚、兒茶素的合成及累積，亦影響氮代謝產物(李及賀, 2005)。因此，茶葉品質與氣候的關係相當密切。氣候對茶葉品質的影響，即影響葉色、大小、厚薄及嫩度，亦影響其內容物的形成與累積，進而影響鮮葉品質的優劣及適製性，以致影響成茶的品質。不同海拔、茶季不但影響芽葉農藝性狀及化學成分，而且影響成茶品質，在海拔 1,300 公尺以下茶葉品質與海拔高度呈現正相關，不同茶季間一般以春冬茶優於夏秋茶(邱等, 2009、2010; 馮等, 1993; 馮及陳, 1995; 賴及何, 1995)。茶樹品種生育特性與製茶品質優劣有著密切的關係，而且不同茶類其影響之性狀亦呈現明顯的差異。馮及沈(1990)指出葉面積愈大、節間長而粗及百芽重較重，適製紅茶，但不宜製成綠茶、包種茶及烏龍茶，葉厚則與各種茶類品質呈現正相關(馮, 1988)。由於包種茶趨於輕發酵綠茶口味的轉變，使得芽葉各個性狀與品質之相關性也隨之改變，以致葉長、節間長及節間經常會與品質呈正相關(陳及蔡, 2003; 蔡及陳, 2001)。一般與產量呈正相關的性狀，反而對品質有負面的影響，育種時量與質有無法兼顧之兩難(陳, 2014)。影響品質之因素相對複雜且變化大，產量及多數芽葉性狀與各項品質呈現負相關(陳及蔡, 2003)。由於茶樹生長季節的特性，應宜發展適製性廣的品種(陳, 2006)。張(1990)提出紅綠茶兼用品種的選育，為同一品種既適製綠茶又適製紅茶。李(2008)認為除了以農藝性狀做為選拔依據外，也可參考化學成分與製茶品質的相關性，而且芽葉的色澤與化學成分及製茶品質有著密切的關係(吳, 1974; 程, 1982; 葉及吳, 1976; 楊, 1990; 楊, 1991)。稍帶紫紅色茶芽適製包種茶，葉色淡的宜製紅茶，葉色濃的宜製綠茶，而紫色芽葉製成紅、綠茶品質均差(陳及李, 2000)。嫩梢多元酚含量高，適製紅茶，反之則適製綠茶及包種茶(陳, 2006)。

臺東永康山茶原生長於深山之中，對山林之氣候環境有其適應性，當轉移至平地以人工栽培方式培育，首要面臨氣候生態環境的改變，以致可能影響茶樹的生育，而且製茶品質亦可能深受影響。田等(2001)認為茶樹原本生長在濕熱多雨的熱帶、亞熱帶山林中，因而形成了喜溫好濕，喜陰喜漫射光等生物學特性。利用人工栽培茶樹時，茶樹從林中轉移至空曠地單獨種植，原先的生態環境改變，必然影響茶樹生育與茶葉的品質。近年來由於受到全球氣候變遷的影響，全球暖化極端異常氣候明顯增加，以致影響茶葉產製(林等, 2007)，其次隨著社會環境的變遷，勞動人力不足，農事缺工，為了省工栽培，茶園管理作業必須以機械化取代人工，而且市場需求日益變化，茶類風味的快速轉變，惟有不斷選育新品種與研發新產品來因應，才能符合消費者求新求變的需求。因此，本研究目的在於探討平地栽培永康山茶對芽葉生育特性及製茶品質的影響，並評估其對環境適應性，期能提供做為育種資源、經濟栽培及開發新風味茶類利用之參考。

材料與方法

一、材料

本試驗研究地點位處臺東縣鹿野鄉龍田臺地(北緯 22°54'37"，東經 121°07'25"，海拔 175 m)茶業改良場臺東分場試驗茶園，進行永康山茶平地栽培之芽葉生育及製茶品質評估，分別在二處茶園(A區、B區)進行試驗調查。

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

二、方法

(一) 試驗處理

1. 試驗 A 區：參與調查的品種（收集種），包括野生栽培種永康山茶、小葉栽培種大葉烏龍、青心烏龍及臺茶 12 號。試驗調查年度自 2003 至 2014 年，為期 12 年。
2. 試驗 B 區：參與調查的品種（收集種）包括野生栽培種永康山茶（披針形）、永康山茶（橢圓形）及南鳳山茶，大葉栽培種臺茶 8 號及臺茶 18 號，小葉栽培種臺茶 19 號及臺茶 20 號。永康山茶為臺東原生山茶，臺東分場已篩選出優良品系定植於田間。南鳳山茶為高雄六龜原生山茶，為目前保存最完整及當地經濟栽培面積最廣之原生山茶。試驗調查年度自 2010 至 2015 年。

(二) 試驗設計

1. 試驗 A 區：試驗設計採用逢機完全區集設計（RCBD），四品種（收集種），四重複，三行區，每行十株茶樹。
2. 試驗 B 區：試驗設計採用逢機完全區集設計（RCBD），七品種（收集種），四重複，二行區，每行十株茶樹。

(三) 調查項目

在不同年度與各茶季間進行永康山茶、南鳳山茶及栽培品種芽葉生育調查，以及不同茶類製作。

1. 茶芽性狀：每重複調查 10 個茶芽。
 - (1) 葉片數：計算茶芽之葉片數。
 - (2) 芽長：測量全芽長度，由芽葉基部至頂端之長度。
 - (3) 採摘芽長：測量一心三葉茶芽之枝葉基部至頂端長度。
 - (4) 節間徑：第二及第三節間枝梗直徑。
 - (5) 節間長：第一葉腋至第二葉腋及第二葉腋至第三葉腋之長度。
2. 葉片性狀：每重複調查 10 個葉片。
 - (1) 葉長：測量第二葉、三葉片最長之長度。
 - (2) 葉寬：測量第二葉、三葉片最寬之寬度。
 - (3) 葉面積：葉長×葉寬×0.7。
 - (4) 葉厚：以厚度計測量葉片中間主脈兩旁厚度。

3. 製茶品質

分別於不同年度在各個茶季採製綠茶、蜜香綠茶、包種茶、紅烏龍茶、紅茶、佳葉龍茶，並進行感官品評，稱取茶葉 3 公克，沖泡於 150 ml 之沸水中 5 分鐘，品評項目分為形狀（10%）、色澤（10%）、水色（20%）、滋味（30%）及香氣（30%）。本試驗品評小組由 5 位具有多年從事茶業研究及品評工作之研究人員所組成。

三、資料分析

上述分析資料先進行變方分析，處理間達 5% 顯著差異時，再以最小顯著性差異測驗法（LSD）比較各處理間之差異。

結果與討論

一、茶芽性狀

試驗 A 區四個品種（收集種）茶芽性狀，皆受到年度的影響，在年度間達到顯著的差異，葉

片數以 2006 年最少，芽長、採摘芽長及節間長在不同年度間變化較大，芽長以 2004 年最短，節間徑則以 2006 年較細（表一）。茶芽性狀亦受到茶季間的影響，而且達到顯著的差異，葉片數以冬茶最少，夏秋茶芽長、採摘長及節間長大於春冬茶，節間徑則因品種約略呈現不同的變化，大致上以夏秋茶大於春冬茶（表二）。

試驗 B 區七個品種（收集種）茶芽性狀，皆受到年度的影響，在年度間達到顯著的差異，葉片數輕微受到影響，年度間高低起伏變化不大，以 2015 年葉片數最少，芽長及採摘長以 2015 年最短，節間徑則以 2014 年最粗，節間長以 2011 年最長（表一）。茶芽性狀亦受到茶季的影響，而且達到顯著的差異，夏秋茶葉片數高於春冬茶，春夏茶芽長及採摘長大於秋冬茶，秋冬茶節間較細，早春及秋冬茶節間最短，不同品種（收集種）茶季間茶芽性狀的變化大致上有相同的趨勢（表二）。

無論任何茶季永康山茶及南鳳山茶嫩枝葉片數低於小葉及大葉栽培種，而且在大多數茶季及生育期達到顯著的差異。芽長則與栽培種互有高低，其芽葉生長尚佳，特別在早春茶季表現良好，在秋冬茶季大於小葉栽培種臺茶 19 號及 20 號，而且達到顯著的差異。野生栽培種採摘芽長與大葉栽培種臺茶 18 號互有高低，大部分茶季及生育期皆未達顯著的差異。以臺茶 8 號茶芽最長，在部分茶季及生育期顯著大於野生栽培種。小葉栽培種採摘芽長在大多數茶季及生育期顯著小於野生栽培種，不同茶季有相同的趨勢。野生栽培種節間徑低於大葉栽培種，而與小葉栽培種互有高低或差異不大，不同茶季呈現同樣的趨勢。節間長與栽培種互有高低或相似，在秋冬茶生長良好，大於小葉栽培種臺茶 19 號及 20 號，而且達到顯著的差異。無論幼木期或成木期，野生栽培種與栽培種茶樹茶芽性狀之差異約略呈現相同的結果，顯示生育期對茶芽性狀影響不大（表三、四、五、六）。

由上述茶芽性狀調查結果顯示，不同年度及茶季間，由於氣候的差異，以致影響茶芽生育，而且達到顯著的差異，不同品種對年度及茶季的反應，大致上呈現相同的趨勢。野生栽培種茶芽生長尚佳，尤其在春冬茶皆呈現良好的生長，在平地栽培適應性良好，而且與栽培種茶樹差異顯著，茶樹生育期則對茶芽性狀影響不大。

二、葉片性狀

試驗 A 區四個品種（收集種）葉片性狀，皆受到年度的影響，在年度間達到顯著的差異，2005 年葉長最長，葉寬與葉面積的變化有相同的趨勢，葉厚則以 2005 及 2006 年較薄（表七）。葉片性狀亦受到茶季間環境變化的影響，而且達到顯著的差異，秋冬茶之葉長最短，葉寬及葉面積同樣以秋冬茶小於春夏茶，葉厚則以冬茶較薄，不同品種（收集種）茶季間葉片性狀的變化大致上呈現相同的趨勢（表八）。

試驗 B 區七個品種（收集種）葉片性狀，皆受到年度的影響，在年度間達到顯著的差異，以 2011 年葉長最長，2015 年為最短，葉寬與葉面積的變化有相同的趨勢，葉厚則因年度互有高低，有些品種在年度間差異不大（表七）。葉片性狀亦受到茶季的影響，而且達到顯著的差異，春茶葉長最長，冬茶最短，早春及春茶葉寬與葉面積大於其他茶季，夏秋茶葉厚大於其他茶季，不同品種（收集種）茶季間葉片性狀的變化大致上呈現相同的趨勢（表八）。

無論茶季永康山茶及南鳳山茶葉長與大葉栽培種臺茶 8 號互有高低，在大多數茶季及生育期顯著大於臺茶 18 號及小葉栽培種。其葉寬顯著小於臺茶 8 號，而且與臺茶 18 號幾乎未達顯著的差異，但顯著大於小葉栽培種，不同茶季有相同的變化。在大部分茶季及生育期，野生栽培種葉面積小於臺茶 8 號，而且達到顯著的差異，並顯著大於臺茶 18 號及小葉栽培種。在大部分茶季及生育期，野生栽培種葉厚顯著大於臺茶 8 號，但與臺茶 18 號幾乎未達顯著的差異，小葉栽培種則顯著大於野生栽培種。無論幼木期或成木期，野生栽培種與栽培種茶樹葉片性狀差異約略呈現相同的結果，顯示茶樹生育期影響不大（表九、十、十一、十二）。

由上述葉片性狀調查結果顯示，不同年度及茶季間，由於氣候的差異，以致影響葉片生育，而

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

且達到顯著的差異，不同品種對年度及茶季間的反應，大致上呈現相同的趨勢。野生栽培種葉片生長尚佳，在平地栽培適應性良好，而且與栽培種差異顯著，茶樹生育期則對葉片性狀影響不大。永康山茶成熟葉特性為內折度大，呈現下垂現象，類似大葉烏龍，遇高溫缺水表現更明顯，成熟葉質硬易碎，嫩葉質薄柔軟，遇強風易碎裂，易與大葉或小葉栽培種有所區別。

三、製茶品質

由歷年永康山茶製成綠茶感官品評成績顯示，雖然品評分數顯著低於小葉栽培種，或未達顯著差異，但其綠茶風味具有特殊性，水色蜜黃綠清澈明亮，香氣青葙蔬菜香，滋味具青葙蔬菜香味、微苦回甘，整體品質特徵與小葉栽培種有所區別，大葉栽培種臺茶 8 號及 18 號製成綠茶，雖然臺茶 8 號香氣尚佳，但兩品種具有明顯的苦澀味，以致整體品質低於野生栽培種，顯示大葉栽培種並不適合製成綠茶，雖然野生栽培種屬於大葉種，但製成綠茶苦澀味不強烈，反而具有特殊性，南鳳山茶製成綠茶，品質風味不同於永康山茶，其與栽培種評比的結果近似於永康山茶（表十三、十四）。

永康山茶製成包種茶，水色琥珀黃，香氣青葙淡花香，滋味醇厚微苦回甘，雖然具有特殊性，但品質低於小葉栽培種，品評分數高低變化大，而且達到顯著的差異，但其品質與大葉栽培種差異不顯著，由於葉片較薄，萎凋不易控制，茶湯水色易變紅，製成好茶機率不高。因此，並不適合製成包種茶，南鳳山茶亦呈現相同的結果（表十三、十四）。由於種質特性的影響，若欲製成優質的包種茶，則需要在加工製程再加以調整。

永康山茶製成紅烏龍茶，水色橙紅，香氣青葙果香，滋味果香味濃，純和甜潤，感官品評分數與小葉栽培種互有高低，高於大葉栽培種，其品質尚佳，南鳳山茶亦呈現相同的結果，可以再加以研發（表十三、十四）。

由歷年永康山茶製成紅茶，其水色艷紅明亮，香氣具青葙濃郁甜果香味，滋味醇和甘甜具收斂性，在大部分茶季高於小葉栽培種，而且達到顯著的差異，雖然品質略低於大葉栽培種，唯大部分茶季並未達到顯著的差異，因其品質具特殊風味，能明顯區別於大葉栽培種，具備了市場區隔性，南鳳山茶製成紅茶亦有良好的品質，但品質穩定性低於永康山茶（表十三、十四）。

永康山茶製成蜜香綠茶，品質低於小葉栽培種，並沒有明顯的蜜香風味，製成佳葉龍茶品質優於小葉栽培種（表十三）。

茶樹芽葉性狀與製茶品質關係密切，而且不同茶類其相關性亦呈現差異（陳，2014；陳及蔡，2003；馮，1988；馮及沈，1990；蔡及陳，2001）。葉片大小、形狀及厚度與適製性密切相關，大葉種適製紅茶，中小葉種適製綠茶，葉片厚的適製綠茶，葉片較薄則適製紅茶（程，1982）。茶樹嫩梢茸毛亦影響適製性，紅茶及烏龍茶品種以茸毛較為濃密為佳，綠茶則需要選擇少茸毛的個體（吳等，1958；陳，2006；Ranatunga et al., 2009）。本試驗永康山茶葉面積介於大小葉栽培種之間，適於製作各種茶類。馮（1988）指出選拔芽葉較小，百芽重輕，節間徑細小，但葉較厚製成烏龍茶香味較佳，為選拔適製烏龍茶新品種的早期選種指標；包種茶則以葉短面積小，節間短小，但葉較厚，香味品質為優。葉面積大，節間長而粗及百芽較重，適製紅茶，葉較厚則適製各種茶類。

由於永康山茶製茶具有特殊的香氣及滋味，為保有原生之特性，直接利用製茶可成為另類新的產品，是值得開發之在地特色茶產品。朱（1994）從茶鮮葉品質成分含量周年變化的分析結果，提出在湘南茶區適合早春製綠茶，夏秋製紅茶的多茶類組合方式，以提高經濟效益。本試驗永康山茶經製作紅茶品質優良，製作綠茶具有特殊香味，香氣類似生鮮葙類香味，滋味微苦甘醇似香菇鮮味，其品質特徵與栽培種茶樹有明顯的差異，具適製性，且耐沖泡特點，適合選育適製紅、綠茶之茶類。紅綠茶兼用品種的主要特點，其芽葉顏色必須是淡綠（黃綠），而不是濃綠或紫色，多元酚含量不

宜太高(張, 1990)。本試驗永康山茶葉色為淡綠色, 符合紅綠茶兼用品種之特點。此外, 茶園及扦插繁殖圃會散發特殊氣味, 當氣候炎熱, 其氣味更濃, 而且在炒菁時飄散出濃烈的特殊氣味, 是異於其他栽培品種的特殊種原特性, 值得再行探討研究。本試驗綠茶、紅茶加工製程係依據現行栽培品種製作方法, 對於野生栽培種, 由於葉片形態特性不同於其他栽培種, 其加工製程或許可再加以改善, 更能符合適於野生茶之加工流程, 並且提昇製茶品質。

結 論

由歷年永康山茶平地栽培之芽葉生育及製茶品質評估, 永康山茶茶芽生長尚佳, 尤其在春冬茶皆呈現良好的生長, 在平地栽培適應性良好, 而且與栽培種茶樹差異顯著, 茶樹生育期則對茶芽及葉片性狀影響不大。永康山茶製成綠茶品質風味呈現水色蜜黃綠明亮, 香氣具青葙蔬菜香, 滋味微苦回甘。製成紅茶水色艷紅明亮, 香氣具青葙濃郁甜果香味, 滋味醇和甘甜具收斂性。永康山茶品質特徵與大小葉栽培種有所區別, 而且在每次製茶皆能穩定呈現特殊風味, 為適製紅、綠茶類的種質資源, 可以做為日後開發新風味茶類之利用, 促使產品多樣化, 且具市場區隔性, 提昇茶葉產值。

誌 謝

本研究承蒙茶業改良場台東分場范宏杰股長、陳秀慧小姐、陳清海、柯憲達、賴貴祥先生協助試驗調查及分析工作, 特此誌謝。

備註: 臺東永康山茶 1 號已於 2019 年 6 月命名通過為臺茶 24 號。

參考文獻

1. 田永輝、梁遠發、王國華、王家倫、周國藍、吳德民. 2001. 人工生態茶園生態效應研究. 茶葉科學 21: 170-174。
2. 朱永興. 1994. 茶鮮葉品質周年變化趨勢及影響因子. 茶葉通訊 2: 11-14。
3. 李臺強. 2008. 茶樹育種快速選拔指標鑑定方法之研究. 臺灣茶業研究彙報 27: 1-14。
4. 李倬、賀齡萱. 2005. 茶與氣象. 氣象出版社。
5. 林木連、謝靜敏、陳玄. 2007. 茶園農業氣象災害與因應策略. 作物、環境與生物資訊 4: 35-40。
6. 吳振鐸、吳信淦、馮鑑淮. 1958. 茶樹品種採摘芽茸毛分佈及其與收量及品質之相關. 中華農學會報 新 24: 78-82。
7. 吳振鐸、徐英祥. 1974. 茶樹早生新品系 (種) 茶芽特性與煎茶品質與產量的相關研究. 中華農學會報 新 86: 28-78。
8. 邱芳慶、邱垂豐、林金池、葉茂生. 2009. 不同海拔茶區青心烏龍季節間農藝性狀與葉部組織結構之變異. 臺灣茶業研究彙報 28: 19-38。
9. 邱芳慶、邱垂豐、林金池、黃正宗、葉茂生. 2010. 不同海拔茶區青心烏龍季節間茶葉化學成分及品質之變異. 臺灣茶業研究彙報 29: 1-10。
10. 陳右人. 2006. 臺灣茶樹育種. 植物種苗 8: 1-20。
11. 陳右人、蔡俊明. 2003. 茶樹芽葉性狀與條形包種茶品質之關係. 中國園藝 49: 259-266。

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

12. 陳玄. 2014. 品種內茶芽性狀對產量及品質影響之路徑分析. 第二屆茶業科技研討會專刊. pp. 25-40. 茶業改良場出版。
13. 陳坤龍、李淑美. 2000. 茶樹芽葉色澤標定及其應用. 中國園藝 46: 331-338。
14. 張貽禮. 1990. 試論紅綠茶兼用品種的選育. 茶葉通訊 3: 30-32。
15. 馮鑑淮. 1988. 茶樹育種提早選種指標的研究. (I) 品種芽葉農藝性狀與產量及部分發酵茶品質的路徑分析. 臺灣茶業研究彙報 7: 79-90。
16. 馮鑑淮、沈明來. 1990. 茶樹育種提早選種指標的研究. (II) 品種芽葉農藝性狀與產量及綠茶兼包種茶以及紅茶品質之關係. 臺灣茶業研究彙報 9: 7-20。
17. 馮鑑淮、蔡俊明、施金柯、陳右人. 1993. 海拔高度與茶樹採摘週期、芽葉農藝性狀及包種品質的影響研究. 臺灣茶業研究彙報 12: 47-64。
18. 馮鑑淮、陳國任. 1995. 東部茶樹品種產期、產量、化學成分與包種茶品質之比較研究. 臺灣茶業研究彙報 14: 27-45。
19. 程啟坤. 1982. 茶化淺析. p. 296. 中國農科院茶葉研究所。
20. 葉素卿、吳振鐸. 1976. 茶葉中葉綠素含量與製茶品質之關係研究. 臺灣農業季刊 12: 1-12。
21. 楊亞軍. 1990. 茶樹育種品質早期化學鑑定I. 鮮葉的主要生化組分與紅茶品質的關係. 茶葉科學 10: 59-64。
22. 楊亞軍. 1990. 茶樹育種品質早期化學鑑定I. 鮮葉的主要生化組分與綠茶品質的關係. 茶葉科學 11: 127-131。
23. 賴文龍、何信鳳. 1995. 中部茶園生產條件與產製情形調查. 臺灣茶業研究彙報 14: 65-78。
24. 鄭混元. 2014. 臺灣山茶種原特性調查與評估. 第二屆茶業科技研討會專刊. pp. 59-93. 茶業改良場出版。
25. 鄭混元、范宏杰、陳信言、陳惠藏. 2003. 臺東永康山野生茶樹調查及復育與製茶品質之研究. 臺灣茶業研究彙報 22: 1-16。
26. 鄭混元、范宏杰. 2015. 臺東永康山茶復育與利用. pp. 145-146. 臺灣國際茶文化創意與科技論壇論文集. 茶業改良場出版。
27. 蔡俊明、陳右人. 2001. 適製包種茶茶樹六十九年選品系選拔與其選拔族群芽葉性狀與包種茶品質與收量之相關. 中國園藝 47: 69-76。
28. Huang, S. B. 1989. Meteorology of tea plant in China. A Review. Agricultural and Forest Meteorology 47: 19-30.
29. Huang, S. B. 1991. A study on the ecological climates of some famous tea growing areas in high mountainous regions of China. Chinese Geographical Science 1: 121-128.
30. Ranatunga, M. A. B., Gunasekara, M. T. K., and Ratnayake, M. 2009. Morphological attributes for prediction of quality of made tea during early selection stages of tea breeding. Sri Lanka J. Tea Sci. 74: 19-30.

Evaluation of Shoot Growth and Quality of Yung-Kang Wild Tea Cultivated in Taitung Lowland

Hun-Yuan Cheng

Chin-An Yu¹

Summary

The purpose of this study was to investigate the effects of Yung-Kang wild tea on the shoot growth characteristics and tea quality, and to evaluate its adaptability to the environment. It can provide reference for breeding resources, economic cultivation and development of new flavor teas. Experimental wild species and cultivars were including Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea, Dah-Yeh Oolong, Chin-Shin Oolong, TTES No.8, TTES No.12, TTES No.18, TTES No.19 and TTES No.20. According to the experimental results, Different year and tea seasons, due to differences in climate, affect the growth of tea shoot, and reach significant differences. The shoot growth of Yung-Kang wild tea was still better, especially in spring and winter tea. It has good adaptability in lowland cultivation, and it was significant different from cultivated tea tree. The growth period of tea tree has little effect on tea bud and leaf characteristics. The quality flavor of green tea made by Yung-Kang wild tea was honey yellow-green and bright liquor color, possessed green mushroom vegetables aroma and taste, and slightly bitter & sweet aftertaste. Made of black tea, the liquor color was bright red, the aroma was green mushroom and sweet, the fruit flavor was rich, the taste was sweet and astringent. The quality characteristics of Yung-Kang wild tea were different from those of large and small leaf cultivars, and each time the tea was produced, it could stably present a special flavor, which was a germplasm resource suitable for manufacturing black tea and green tea.

Key words: Yung-Kang wild tea, Growth, Quality

1. Former Associate Agronomist, Assistant Agronomist Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan R.O.C.

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

表一、不同年度間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹茶芽性狀之比較

Table 1 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the shoot characteristics in different years

品種 Cultivar	年度 Year	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘長 Plucking length	節間徑		節間長	
					Internode diameter		Internode length	
					— 1st	二 2nd	— 1st	二 2nd
		no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
YK	2004	4.6a	13.1c	10.4c	1.57a	1.84b	1.15c	1.79c
	2005	4.7a	17.9a	12.2a	1.58a	1.85b	1.54a	2.56a
	2006	4.3b	14.5b	10.9b	1.51b	1.82b	1.24bc	2.27b
	2013	4.6a	15.1b	11.2b	1.57a	1.94a	1.32b	2.24b
DY	2004	5.5a	16.1c	10.6a	1.78a	2.03a	1.54b	2.27c
	2005	5.4ab	19.7a	11.1a	1.72b	1.98b	1.73a	2.89a
	2006	4.9b	17.4b	10.9a	1.67c	1.92c	1.50b	2.57b
CH	2004	5.2a	12.2b	8.4b	1.64a	1.82a	1.05c	1.60c
	2005	5.1a	16.0a	9.2a	1.61a	1.82a	1.35a	2.15a
	2006	4.5b	12.7b	8.7b	1.56b	1.74b	1.13b	1.81b
T12	2004	6.0a	17.5d	10.1c	1.76a	1.99b	1.46b	2.20c
	2005	5.9a	22.8a	10.9a	1.70a	2.01ab	1.71a	2.76a
	2006	5.4b	19.8b	10.5bc	1.65b	1.87c	1.51b	2.58b
	2013	5.4b	18.7c	10.9ab	1.78a	2.04a	1.53b	2.52b
YKL	2011	4.0a	15.0a	10.6a	1.58b	1.94b	1.51a	2.42a
	2012	4.0a	14.5ab	9.8b	1.55b	1.89bc	1.18bc	1.95bc
	2013	3.8a	14.4ab	10.1b	1.54b	1.87c	1.28b	2.14b
	2014	4.0a	14.3ab	10.1b	1.67a	2.05a	1.33b	2.06bc
	2015	4.0a	13.8b	9.7b	1.57b	1.91bc	1.10c	1.87c
YKO	2011	4.0a	15.5a	10.9a	1.54a	1.86ab	1.64a	2.55a
	2012	4.0a	14.5c	10.5ab	1.47b	1.80bc	1.22bc	2.08b
	2013	4.1a	15.4ab	10.8a	1.44b	1.75c	1.35b	2.37a
	2014	4.0a	14.6bc	10.2b	1.56a	1.93a	1.18c	2.04b
	2015	4.0a	13.0d	9.1c	1.46b	1.81bc	0.98d	1.69c
NF	2011	3.9a	15.3a	10.7a	1.59a	1.91ab	1.38a	2.42a
	2012	3.9a	15.0a	10.3ab	1.55a	1.85b	1.04c	1.93b
	2013	3.8a	15.1a	10.7ab	1.68a	1.87b	1.22b	2.17ab
	2014	3.9a	14.5a	10.4ab	1.66a	1.96a	1.15bc	1.98b
	2015	3.9a	14.5a	10.1b	1.62a	1.90ab	1.08bc	1.92b
T8	2011	4.5a	17.8a	10.9a	1.95b	2.34a	1.65a	2.68a
	2012	4.5a	17.2a	10.2b	1.70d	2.08c	1.25c	2.45ab
	2013	4.3b	17.2a	10.6ab	1.90bc	2.27b	1.46b	2.50ab
	2014	4.6a	17.7a	10.4b	2.04a	2.41a	1.40b	2.35b
	2015	4.1b	14.7b	9.5c	1.87c	2.22b	1.20c	1.99c
T18	2011	4.5a	16.1a	9.7a	1.88b	2.22ab	1.58a	2.51a
	2012	4.5a	15.2a	9.2b	1.84b	2.16b	1.16c	1.95c
	2013	4.2b	14.5b	9.5ab	1.86b	2.20b	1.39b	2.36a
	2014	4.6a	16.1a	9.2b	1.94a	2.28a	1.25c	2.14b
	2015	4.1b	13.5c	8.7c	1.86b	2.20b	1.18c	2.01bc
T19	2011	4.5a	14.7a	8.7a	1.68a	1.90ab	1.48a	2.41a
	2012	4.6a	14.4a	8.3b	1.63b	1.88abc	1.20bc	2.07b
	2013	4.3b	14.2ab	8.7a	1.59b	1.83c	1.40a	2.27a
	2014	4.3b	13.5b	8.4b	1.69a	1.93a	1.24b	2.08b
	2015	3.9c	11.5c	7.9c	1.62b	1.86bc	1.14c	1.93b
T20	2011	4.6b	16.7a	8.7a	1.61b	1.91ab	1.28a	2.38a
	2012	4.8a	15.9ab	8.3b	1.57b	1.87b	1.02c	1.97c
	2013	4.4b	15.4ab	8.7a	1.60b	1.89ab	1.18ab	2.20b
	2014	4.5b	14.6b	8.5ab	1.66a	1.93a	1.09bc	2.05bc
	2015	4.1c	12.6c	7.7c	1.59b	1.87b	1.06c	1.89c

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

YK: Yung-Kang wild tea; DY: Dah-Yeh Oolong; CH: Chin-Shin Oolong; T12: TTES No. 12

NF: Nan-Fong wild tea; T8: TTES No. 8; T18: TTES No. 18; T19: TTES No. 19; T20: TTES No. 20

L: lanceolate; O: oval-shaped

表二、不同茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹茶芽性狀之比較

Table 2 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the shoot

品種 Cultivar	茶季 Tea season	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘長 Plucking length	characteristics in different tea seasons			
					節間徑 Internode diameter		節間長 Internode length	
					1st	2nd	1st	2nd
		no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
YK	春夏	4.4b	14.1b	11.4b	1.60a	1.89a	1.16c	1.87c
	夏	4.5b	16.3a	11.9a	1.50b	1.83b	1.43a	2.49a
	秋	5.1a	16.1a	10.7c	1.61a	1.91a	1.37ab	2.25b
	冬	4.1c	14.2b	10.7c	1.52b	1.82b	1.31b	2.24b
DY	春夏	5.4b	14.0c	10.0c	1.71b	1.98b	1.30c	1.96d
	夏	5.5ab	20.7b	12.7a	1.79a	2.05a	2.03a	3.28a
	秋	6.0a	22.0a	11.7b	1.80a	2.06a	1.83b	2.93b
	冬	4.4c	14.4c	9.0d	1.60c	1.83c	1.20c	2.14c
CH	春夏	5.2b	11.0b	8.3c	1.62ab	1.83b	1.01c	1.46c
	夏	4.9c	16.6a	10.8a	1.66a	1.88a	1.66a	2.59a
	秋	5.7a	16.5a	9.0b	1.61b	1.84ab	1.26b	2.00b
	冬	4.1d	10.4b	7.1d	1.50c	1.65c	0.78d	1.37c
T12	春夏	5.8b	17.5c	11.0b	1.71b	1.99b	1.51b	2.45b
	夏	5.6c	24.1a	13.1a	1.86a	2.14a	2.21a	3.54a
	秋	6.4a	22.7b	9.9c	1.73b	1.98b	1.48b	2.32b
	冬	4.8d	14.5d	8.3d	1.58c	1.80c	1.01c	1.75c
YKL	早春	3.5e	13.0b	10.3bc	1.61a	1.93a	1.09de	1.64c
	春	3.8cd	16.0a	11.4a	1.59a	1.98a	1.61a	2.63a
	夏	4.2ab	16.0a	10.4b	1.59a	1.96a	1.41b	2.45a
	夏 1	4.4a	15.5a	9.9bc	1.63a	1.98a	1.23cd	2.06b
	秋	4.0bc	13.9b	9.8c	1.58a	1.94a	1.37bc	2.17b
	冬	3.7de	11.7c	8.8d	1.49b	1.80b	0.96c	1.59c
YKO	早春	3.7d	13.2c	10.8b	1.54a	1.89a	1.11d	1.72c
	春	4.0c	16.6ab	11.5a	1.47bc	1.87a	1.54a	2.69a
	夏	4.4a	16.9a	10.6b	1.53ab	1.86a	1.46ab	2.53a
	夏 1	4.3ab	15.7b	10.0c	1.54a	1.87a	1.35bc	2.31b
	秋	4.1bc	13.6c	9.7cd	1.45c	1.77b	1.26d	2.14b
	冬	3.7d	11.6d	9.1d	1.42c	1.73b	0.93e	1.49d
NF	早春	3.7bc	13.4c	10.4bc	1.62ab	1.91b	1.12b	1.69c
	春	4.0a	17.3a	11.9a	1.67ab	2.01a	1.49a	2.69a
	夏	4.0a	16.8a	10.8b	1.58ab	1.90bc	1.28b	2.51a
	夏 1	4.1a	15.4b	10.1c	1.59ab	1.88bc	1.11b	2.06b
	秋	3.9ab	14.5bc	10.2bc	1.72a	1.88bc	1.19b	2.17b
	冬	3.5c	11.9d	9.4d	1.53b	1.83c	0.87c	1.39d
T8	早春	4.2bc	14.4d	9.9c	1.84c	2.25b	1.09c	1.79d
	春	4.6a	19.9a	11.8a	2.03a	2.46a	1.65a	2.84b
	夏	4.7a	20.0a	11.2b	2.00ab	2.40a	1.72a	3.20a
	夏 1	4.7a	18.4b	10.2c	1.79cd	2.14c	1.48b	2.60bc
	秋	4.4b	16.2c	10.1c	1.96b	2.31b	1.44b	2.32c
	冬	4.0c	12.5e	8.8d	1.73d	2.05d	0.98c	1.60d
T18	早春	4.2b	13.6d	9.3c	1.78d	2.18c	1.20c	1.89d
	春	4.5a	18.5a	11.2a	2.03a	2.41a	1.75a	3.02a
	夏	4.5a	17.5b	10.0b	1.99ab	2.30b	1.59b	2.77b
	夏 1	4.4a	15.1c	8.6d	1.94b	2.25b	1.28c	2.16c
	秋	4.5a	14.1d	8.6d	1.85c	2.16c	1.22c	1.98cd
	冬	4.1b	11.5e	7.9e	1.68e	1.97d	0.84d	1.35e
T19	早春	4.3c	12.9d	8.6b	1.59c	1.89b	1.21c	2.03d
	春	4.6a	16.4b	9.5a	1.71a	1.98a	1.63a	2.65b
	夏	4.5ab	17.2a	9.6a	1.75a	1.99a	1.69a	2.99a
	夏 1	4.3bc	14.5c	8.4b	1.66b	1.86bc	1.36b	2.34c
	秋	4.2c	11.7e	7.6c	1.63bc	1.82c	1.16c	1.75e
	冬	3.8d	9.3f	6.6d	1.52d	1.74d	0.70d	1.14f
T20	早春	4.1c	12.5c	8.6b	1.62b	1.93bc	1.11b	2.00c
	春	4.5b	16.6b	9.6a	1.64b	1.96b	1.44a	2.69a
	夏	4.9a	20.5a	9.4a	1.70a	2.03a	1.55a	2.78a
	夏 1	4.9a	17.9b	8.4b	1.60b	1.88c	1.20b	2.29b
	秋	4.5b	12.8c	7.5c	1.54c	1.81d	0.91c	1.77d
	冬	3.9c	8.9d	6.8d	1.52c	1.75e	0.55d	1.07e

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

表三、永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹春季茶芽性狀之比較

Table 3 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the shoot characteristics in the spring-tea season

生育期 Growth stage	品種 Cultivar	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘長 Plucking length	節間徑		節間長	
					Internode diameter		Internode length	
					— 1st	— 2nd	— 1st	— 2nd
		no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
幼木期 Young stage	YK	3.5b	10.7a	9.0a	1.63a	1.89a	0.66a	0.99a
	DY	3.9a	6.8b	5.9b	1.57a	1.80ab	0.51b	0.64b
	CH	3.7ab	5.9b	5.4b	1.58a	1.79b	0.44b	0.49c
ESpr	T12	3.7ab	6.7b	6.0b	1.64a	1.87ab	0.63a	0.63b
Spr	YK	4.5c	14.3b	11.4a	1.63b	1.90b	1.14c	1.76c
	DY	5.4b	14.0b	10.0c	1.71a	1.98a	1.30b	1.96b
	CH	5.2b	11.0c	8.3d	1.62b	1.83c	1.01d	1.46d
	T12	6.1a	17.3a	10.8b	1.72a	2.00a	1.52a	2.47a
成木期 Mature stage	YK	4.1c	12.6b	10.5ab	1.58c	1.87c	0.94b	1.45c
	DY	4.7b	13.2b	10.1b	1.82a	2.15a	1.45a	2.18b
	CH	4.5b	10.6c	8.2c	1.69b	1.96b	1.04b	1.53c
ESpr	T12	5.4a	16.6a	11.0a	1.78a	2.08a	1.62a	2.58a
Spr	YK	3.7b	13.3b	11.1a	1.53b	1.87b	1.17b	1.86c
	DY	4.5a	13.6b	10.1b	1.65a	1.95a	1.34a	2.19b
	CH	4.5a	11.2c	8.5c	1.57b	1.83b	1.05b	1.76c
	T12	4.4a	15.3a	10.2b	1.69a	1.97a	1.45a	2.51a
幼木期 Young stage	YKL	3.5c	14.3ab	10.9a	1.69c	2.06c	1.40a	2.11a
	YKO	3.8c	13.7b	11.0a	1.60d	1.95e	1.27ab	1.84bc
	NF	4.0b	14.4ab	10.7ab	1.65cd	1.98de	1.17b	1.85bc
ESpr	T8	4.4a	14.6a	10.4b	1.96a	2.41a	1.32ab	1.92abc
	T18	4.4a	13.9ab	9.4c	1.83b	2.23b	1.20b	1.80c
	T19	4.4a	12.6c	8.7d	1.66cd	1.95e	1.24ab	1.99abc
	T20	4.1b	12.5c	8.4d	1.69c	2.03cd	1.26ab	2.10ab
Spr	YKL	3.9b	14.9c	10.3bc	1.58d	1.93d	1.47b	2.17c
	YKO	3.7b	14.8c	11.0ab	1.48e	1.88d	1.52b	2.39c
	NF	3.7b	16.8ab	11.5a	1.67c	1.97d	1.52b	2.82ab
	T8	4.7a	17.9a	11.3a	2.04a	2.51a	1.53b	2.46bc
	T18	4.4a	17.3ab	10.8ab	2.02a	2.39b	1.64ab	2.89a
	T19	4.5a	16.4b	9.7c	1.83b	2.11c	1.85a	2.86ab
	T20	4.3a	17.0ab	9.4c	1.75b	2.10c	1.55b	2.85ab
成木期 Mature stage	YKL	3.6bc	12.0ab	9.5abc	1.59bc	1.87b	0.87a	1.30b
	YKO	3.8abc	12.5a	10.2a	1.50c	1.84b	0.96a	1.41ab
	NF	3.5c	12.8a	10.0ab	1.65b	1.90b	1.05a	1.42ab
ESpr	T8	4.0a	12.9a	9.1bcd	1.79a	2.16a	0.91a	1.46ab
	T18	4.1a	12.1ab	8.7cd	1.83a	2.17a	1.01a	1.72a
	T19	4.0a	11.3ab	8.1de	1.60bc	1.91b	1.11a	1.70a
	T20	3.9ab	10.7b	7.6e	1.64b	1.93b	0.90a	1.49ab
Spr	YKL	3.5d	13.7ab	10.7a	1.64b	1.97b	1.25a	1.84a
	YKO	3.8bc	14.4a	10.8a	1.53c	1.89b	1.23a	2.07a
	NF	3.8cd	14.3a	11.0a	1.68b	1.96b	1.21a	1.89a
	T8	4.0ab	15.0a	10.1ab	1.89a	2.29a	1.18a	1.99a
	T18	4.1a	15.0a	9.6bc	1.87a	2.27a	1.28a	2.11a
	T19	4.3a	13.8ab	8.8cd	1.62b	1.92b	1.23a	2.10a
	T20	4.1a	12.8b	8.7d	1.67b	1.94b	1.06a	1.91a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

ESpr: Early spring; Spr: Spring

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

表四、永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹夏季茶芽性狀之比較

Table 4 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the shoot

characteristics in the summer-tea season								
生育期 Growth stage	品種 Cultivar	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘長 Plucking length	節間徑		節間長	
					Internode diameter		Internode length	
					1st	2nd	1st	2nd
		no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
幼木期 Young stage Sum 1st	YK	4.4b	15.7d	11.8b	1.48d	1.78d	1.41c	2.45c
	DY	5.5a	20.7b	12.7a	1.79b	2.05b	2.03a	3.28b
	CH	4.9b	16.6c	10.8c	1.66c	1.88c	1.66b	2.59c
	T12	5.8a	25.2a	13.1a	1.85a	2.12a	2.17a	3.51a
Sum 2nd	YK	6.5c	20.0c	10.8b	1.62c	1.89b	1.08c	1.84c
	DY	6.6bc	24.9b	12.1a	1.85a	2.07a	1.60a	2.85a
	CH	6.9b	21.1c	9.4c	1.63bc	1.84b	1.19b	2.00bc
	T12	8.0a	28.1a	9.8c	1.69b	1.88b	1.27b	2.12b
成木期 Mature stage Sum 1st	YK	3.6c	13.4b	11.2ab	1.52b	1.85c	1.41bc	2.31b
	DY	4.3ab	16.3a	11.5a	1.70a	2.04a	1.81a	3.19a
	CH	4.5b	12.3b	9.3c	1.66a	1.94b	1.26c	1.88c
	T12	4.7a	15.9a	10.5b	1.67a	1.97ab	1.49b	2.97a
Sum 2nd	YK	—	—	7.6b	1.56c	1.83c	0.71b	1.10b
	DY	—	—	9.5a	2.13a	2.34a	1.25a	1.59a
	CH	—	—	7.0b	1.81b	2.01b	0.90b	1.23b
	T12	—	—	8.7a	1.84b	2.03b	1.19a	1.62a
幼木期 Young stage Sum 1st	YKL	4.4d	18.4b	11.3bc	1.58d	1.96b	1.59ab	2.89ab
	YKO	4.4d	18.2b	11.5ab	1.50e	1.84c	1.60ab	2.86b
	NF	4.4d	19.6ab	12.0a	1.64cd	1.96b	1.39b	2.77b
	T8	4.6cd	20.2a	11.5ab	1.99a	2.37a	1.67a	3.41a
	T18	4.7bc	19.0ab	10.7c	2.02a	2.33a	1.70a	3.94ab
	T19	5.1a	19.1ab	9.7d	1.75b	2.02b	1.70a	2.78ab
Sum 2nd	T20	5.0ab	19.3ab	9.8d	1.70bc	2.03b	1.57ab	2.89ab
	YKL	4.6c	16.7c	10.6ab	1.61c	1.96b	1.49cd	2.44bc
	YKO	4.4c	17.2c	11.0a	1.61c	1.95b	1.71ab	2.90a
	NF	4.0d	16.2c	10.6ab	1.56cd	1.91b	1.40d	2.66ab
	T8	5.0b	20.5b	10.4b	1.49d	1.88b	1.58bc	2.91a
	T18	4.3cd	16.6c	9.6c	1.98a	2.27a	1.74a	2.66ab
成木期 Mature stage Sum 1st	T19	5.0b	17.9bc	8.9d	1.72b	1.89b	1.42d	2.50bc
	T20	5.5a	24.1a	8.7d	1.61c	1.89b	1.22e	2.25c
	YKL	4.1bc	15.9cd	11.0b	1.56c	1.93b	1.29de	2.32cd
	YKO	4.1bc	15.2cd	10.2b	1.44d	1.79c	1.24de	2.20d
	NF	4.0c	16.2bc	10.9a	1.59c	1.93b	1.15e	2.27cd
	T8	4.6a	19.0a	11.2a	2.02a	2.41a	1.71a	2.79a
Sum 2nd	T18	4.6a	17.3b	10.0b	1.97a	2.32a	1.45bc	2.65ab
	T19	4.4ab	14.9d	9.0c	1.68b	1.90b	1.49b	2.50bc
	T20	4.5a	16.0cd	8.9c	1.61bc	1.90b	1.32cd	2.45bcd
	YKL	4.4bc	15.6b	9.7c	1.67bc	2.05b	1.21c	2.09c
	YKO	4.6ab	16.5b	7.8bc	1.63c	1.98b	1.26bc	2.14bc
	NF	4.1c	15.7b	10.3ab	1.68bc	1.99b	1.20c	2.20bc
Sum 2nd	T8	4.8a	19.4a	10.6a	2.08a	2.45a	1.49a	2.65a
	T18	4.7ab	16.4b	9.0d	2.10a	2.42a	1.33abc	2.26bc
	T19	4.4bc	15.2b	8.7d	1.76b	2.00b	1.42ab	2.58a
	T20	4.9a	18.2a	8.7d	1.75b	2.06b	1.38abc	2.45ab

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

Sum: Summer

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

表五、永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹秋季茶芽性狀之比較

Table 5 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the shoot characteristics in the autumn-tea season

生育期 Growth stage	品種 Cultivar	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘長 Plucking length	節間徑		節間長	
					Internode diameter		Internode length	
					— 1st	二 2nd	— 1st	二 2nd
		no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
幼木期 Young stage	YK	5.3d	16.1b	10.3b	1.61d	1.89c	1.25c	2.07b
	DY	6.0b	22.0a	11.3a	1.88a	2.12a	1.66a	2.62a
	CH	5.7c	16.5b	8.7d	1.70c	1.91c	1.14c	1.80c
Aut 1st	T12	6.5a	22.6a	9.5c	1.76b	2.00b	1.43b	2.10b
Aut 2nd	YK	4.4c	12.9bc	9.8a	1.52c	1.79c	1.10b	1.85b
	DY	4.9b	13.7b	9.6a	1.73a	1.97a	1.30a	2.15a
	CH	4.8b	11.3c	7.6c	1.55c	1.72d	0.92c	1.51c
	T12	5.4a	16.4a	9.0b	1.64b	1.87b	1.22ab	2.15a
成木期 Mature stage	YK	4.4c	14.5c	10.8a	1.56a	1.86ab	1.30ab	2.24b
	DY	4.9bc	17.9b	11.0a	1.62a	1.89a	1.48a	2.69a
	CH	5.0ab	14.7c	8.8b	1.57a	1.78ab	1.02c	1.83c
Aut 2nd	T12	5.4a	20.5a	9.7b	1.51a	1.74b	1.14bc	2.52ab
幼木期 Young stage	YKL	4.3ab	14.5abc	10.2a	1.62bcd	1.96b	1.41abc	2.22bc
	YKO	4.4ab	15.4abc	10.2a	1.44e	1.72d	1.61ab	2.66ab
	NF	4.1b	14.9abc	10.2a	1.53de	1.77cd	1.28c	2.03c
Aut 1st	T8	4.3ab	16.7a	10.1a	1.99a	2.29a	1.70a	2.77a
	T18	4.6a	14.1bc	8.3b	1.73b	2.00b	1.33bc	2.20bc
	T19	4.0b	13.2c	8.7b	1.72bc	1.93bc	1.61ab	2.57ab
	T20	4.6a	16.3ab	8.5b	1.59cd	1.90bcd	1.41abc	2.65ab
Aut 2nd	YKL	4.4c	15.1bc	10.3ab	1.62d	1.98c	1.44b	2.32bc
	YKO	4.5c	14.9c	10.2b	1.53e	1.85e	1.49ab	2.29bc
	NF	4.1d	15.4bc	10.4ab	1.64d	1.94cd	1.32b	2.34ab
	T8	4.8ab	17.9a	10.8a	2.06a	2.44a	1.65a	2.56a
	T18	5.0a	16.1b	9.0c	1.96b	2.27b	1.39b	2.10cd
	T19	4.7bc	13.4d	8.1d	1.74c	1.93cd	1.32b	1.95d
	T20	4.8ab	14.4cd	8.0d	1.60d	1.88de	1.05c	1.94d
成木期 Mature stage	YKL	3.9b	13.6bcd	9.4a	1.57bcd	1.90c	1.26ab	1.98ab
	YKO	3.9b	13.4bcd	9.6a	1.44d	1.76d	1.15bc	2.08a
	NF	3.9b	14.3abc	9.7a	1.78abc	1.79d	0.94d	1.93ab
Aut 1st	T8	4.2b	15.8a	9.7a	1.92a	2.24a	1.35a	2.17a
	T18	4.1b	12.8cd	8.1b	1.81ab	2.09b	1.09bcd	1.80b
	T19	4.1b	12.6d	7.8b	1.58bcd	1.77d	1.23ab	1.97ab
	T20	4.6a	14.6ab	7.8b	1.50cd	1.77d	1.00cd	2.00ab
Aut 2nd	YKL	3.8c	13.0bc	9.6a	1.58b	1.93c	1.34a	2.05a
	YKO	3.9bc	13.3bc	9.7a	1.43c	1.73e	1.14a	2.03a
	NF	3.7c	13.6b	10.1a	1.56b	1.86cd	1.25a	1.98a
	T8	4.6a	16.0a	9.6a	1.84a	2.19a	1.28a	2.23a
	T18	4.4a	13.9b	8.7b	1.77a	2.06b	1.17a	2.06a
	T19	3.8c	10.8d	7.5c	1.59b	1.81de	1.17a	1.69b
	T20	4.2ab	12.0d	7.5c	1.56b	1.81de	0.92b	1.65b

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

Aut: Autumn

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

表六、永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹冬季茶芽性狀之比較

Table 6 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the shoot characteristics in the winter-tea season

生育期 Growth stage	品種 Cultivar	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘長 Plucking length	節間徑		節間長	
					Internode diameter		Internode length	
					一 1st	二 2nd	一 1st	二 2nd
		no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
幼木期 Young stage	YK	4.0c	14.6a	10.9a	1.50c	1.80ab	1.35a	2.37a
	DY	4.4b	14.4a	9.0b	1.60a	1.83a	1.20b	2.14b
	CH	4.1c	10.4b	7.1d	1.50c	1.65c	0.78d	1.37d
	T12	4.7a	15.1a	8.5c	1.55b	1.77b	1.01c	1.80c
幼木期 Young stage	YKL	3.9b	12.6ab	8.9bc	1.48cd	1.81bc	1.05abc	1.73ab
	YKO	3.8bc	12.8ab	9.7a	1.42d	1.73d	1.15a	1.76a
	NF	3.6c	12.1ab	9.3ab	1.57b	1.87b	0.99c	1.52bcd
	T8	4.2a	13.5a	9.2ab	1.76a	2.09a	1.12ab	1.76a
	T18	4.3a	13.1ab	8.4c	1.72a	2.03a	1.01bc	1.58abc
	T19	4.3a	11.3c	7.3d	1.58b	1.80bcd	0.97c	1.51cd
成木期 Mature stage	T20	4.2a	11.5c	7.4d	1.53bc	1.78cd	0.70d	1.36d
	YKL	3.7ab	11.7a	8.9ab	1.56b	1.88bc	0.90a	1.56a
	YKO	3.8ab	11.1a	8.6b	1.46c	1.82bc	0.72b	1.19b
	NF	3.6b	12.6a	9.8a	1.63b	1.91b	0.87ab	1.49ab
	T8	3.8ab	11.6a	8.7b	1.83a	2.13a	0.90ab	1.51a
	T18	4.0a	11.0a	8.0b	1.77a	2.06a	0.82ab	1.29ab
成木期 Mature stage	T19	3.7ab	8.0b	6.1c	1.56b	1.79c	0.47c	0.83c
	T20	3.6b	8.9b	6.7c	1.59b	1.81bc	0.49c	0.87c

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

表七、不同年度間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹葉片農藝性狀之比較

Table 7 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the leaf

品種 Cultivar	年度 Year	agronomic characteristics in different years							
		葉長 Leaf length		葉寬 Leaf width		葉面積 Leaf area		葉厚 Leaf thickness	
		二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd
		--cm--		--cm--		--cm ² --		--mm--	
YK	2004	6.9b	7.7c	2.4b	2.9b	11.7b	16.0c	0.203a	0.238a
	2005	7.9a	9.2a	2.7a	3.3a	14.9a	21.3a	0.195b	0.224b
	2006	6.8b	7.9bc	2.3b	2.9b	11.2b	16.5bc	0.185c	0.215c
	2013	6.9b	8.2b	2.3b	3.0b	11.5b	17.4b	0.193b	0.227b
DY	2004	6.2b	7.1b	2.3b	2.9ab	10.0b	14.5b	0.270a	0.319a
	2005	6.5a	7.6a	2.4a	3.0a	11.0a	16.1a	0.249b	0.293b
	2006	6.0b	7.0b	2.3b	2.8b	9.5b	14.1b	0.248b	0.295b
CH	2004	5.1b	5.8b	1.9b	2.2b	6.8b	9.1b	0.263a	0.310a
	2005	5.4a	6.3a	2.0a	2.4a	7.7a	10.8a	0.236b	0.276b
	2006	5.0b	5.7b	1.8b	2.2b	6.4b	8.8b	0.240b	0.282b
T12	2004	5.6b	6.6c	2.4b	3.0b	9.5b	14.4b	0.246a	0.287a
	2005	5.8a	7.2a	2.5a	3.2a	10.4a	16.5a	0.224c	0.254d
	2006	5.3c	6.4c	2.4b	3.1b	8.8c	14.4b	0.225c	0.260c
	2013	5.6b	6.9b	2.4b	3.1b	9.6b	15.5a	0.235b	0.273b
YKL	2011	7.4a	8.7a	2.5a	3.0a	13.3a	18.6a	0.195bc	0.226b
	2012	6.8b	8.2b	2.3b	2.8b	11.2b	16.5b	0.194c	0.226b
	2013	6.8b	8.3ab	2.3b	2.9ab	11.2b	17.3ab	0.196bc	0.227b
	2014	7.0b	8.3ab	2.3b	2.8b	11.5b	16.7b	0.200a	0.234a
	2015	6.7b	8.0b	2.2b	2.7b	10.8b	15.8b	0.199ab	0.230ab
YKO	2011	7.5a	8.7a	2.6a	3.2a	14.0a	19.7a	0.192abc	0.224ab
	2012	7.3ab	8.3b	2.5b	3.0a	12.9b	18.0b	0.194ab	0.226ab
	2013	7.1ab	8.7ab	2.5b	3.2a	12.5b	19.0ab	0.188c	0.221b
	2014	7.0b	8.5ab	2.4b	3.1a	12.3b	18.4ab	0.198a	0.230a
	2015	6.2c	7.4c	2.2c	2.8b	9.6c	14.6c	0.190bc	0.219b
NF	2011	7.4a	8.7a	2.5a	3.0a	13.3a	18.8a	0.195ab	0.227abc
	2012	7.3ab	8.4ab	2.3b	2.8b	12.1b	16.7bc	0.196ab	0.223bc
	2013	7.3ab	8.7a	2.4ab	3.0a	12.6ab	18.3ab	0.193b	0.222c
	2014	7.2ab	8.4ab	2.4ab	2.9ab	12.2ab	17.2abc	0.196ab	0.230a
	2015	7.0b	8.1b	2.3b	2.8b	11.5b	16.1c	0.198a	0.229ab
T8	2011	7.1a	8.9a	3.1a	4.0a	15.6a	25.1a	0.177ab	0.201ab
	2012	6.6c	8.5a	3.0a	3.8a	13.0c	22.8b	0.180a	0.202ab
	2013	6.9ab	8.8a	2.9a	3.9a	14.2b	24.4ab	0.176b	0.198b
	2014	6.8bc	8.8a	2.9a	4.0a	14.1bc	24.7ab	0.177ab	0.203a
	2015	6.3d	7.8b	2.7b	3.5b	11.9d	19.5c	0.179ab	0.214a
T18	2011	6.1a	7.4a	2.7a	3.3a	11.7a	17.2a	0.190a	0.217ab
	2012	5.9b	7.0bc	2.5b	3.1bc	10.4b	15.4bc	0.189a	0.213b
	2013	5.8b	6.9c	2.5b	3.0c	10.6b	15.1c	0.192a	0.216ab
	2014	5.8b	7.2ab	2.5b	3.2ab	10.3b	16.6ab	0.190a	0.218a
	2015	5.5c	6.6d	2.3c	2.9d	9.1c	13.7d	0.190a	0.218a
T19	2011	5.3a	6.5a	2.3a	2.9a	8.5a	13.1a	0.217ab	0.252b
	2012	5.0b	6.4ab	2.1b	2.7b	7.4b	12.4ab	0.213b	0.249b
	2013	5.1ab	6.5a	2.1b	2.8ab	7.8b	13.0a	0.214b	0.249b
	2014	5.0b	6.2b	2.1b	2.7b	7.5b	11.9b	0.218ab	0.260a
	2015	4.8c	5.7c	1.9c	2.3c	6.6c	9.6c	0.222a	0.259a
T20	2011	5.3a	6.5ab	2.2a	2.7a	8.3a	12.5a	0.232a	0.271ab
	2012	5.2a	6.3b	2.1b	2.6a	7.6b	11.8ab	0.224b	0.266bc
	2013	5.1a	6.6a	2.0b	2.7a	7.5b	12.5a	0.225b	0.264c
	2014	5.2a	6.3ab	2.1b	2.6a	7.8ab	11.5b	0.230ab	0.273a
	2015	4.6b	5.6c	1.8c	2.3b	6.1c	9.2c	0.228ab	0.268abc

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

表八、不同茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹葉片農藝性狀之比較

Table 8 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the leaf

agronomic characteristics in different tea seasons									
品種 Cultivar	茶季 Tea season	葉長 Leaf length		葉寬 Leaf width		葉面積 Leaf area		葉厚 Leaf thickness	
		2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
		--cm--		--cm--		--cm ² --		--mm--	
YK	春	7.6a	8.7a	2.6a	3.2a	14.3a	19.9a	0.193b	0.226b
	夏	7.3b	8.8a	2.4bc	3.1b	12.3b	19.0a	0.181c	0.213c
	秋	6.8c	8.1b	2.3c	2.9c	11.1c	16.7b	0.211a	0.244a
	冬	6.9c	7.5c	2.4b	3.0bc	11.6bc	15.5b	0.192b	0.221b
DY	春	6.4b	7.1b	2.2b	2.7c	10.2b	13.7c	0.258b	0.306a
	夏	7.0a	8.4a	2.6a	3.2a	12.6a	19.2a	0.259b	0.308a
	秋	6.1c	7.4b	2.2b	2.9b	9.5b	15.3b	0.267a	0.313a
	冬	5.4d	6.0c	2.3b	2.7c	8.5c	11.6d	0.238c	0.283b
CH	春	5.4b	5.8b	1.9b	2.2b	7.3b	9.0b	0.252a	0.299a
	夏	5.9a	7.1a	2.1a	2.6a	8.7a	12.6a	0.249a	0.295a
	秋	4.8c	5.9b	1.7d	2.2b	5.9c	9.5b	0.252a	0.300a
	冬	4.6d	4.9c	1.8c	2.1b	5.8c	7.3c	0.231b	0.265b
T12	春	6.2a	7.5b	2.6a	3.4a	11.5a	17.8b	0.234a	0.274a
	夏	6.2a	7.9a	2.6a	3.4a	11.1a	19.0a	0.235a	0.270a
	秋	5.1b	6.3c	2.2b	2.9b	8.0b	13.1c	0.237a	0.272a
	冬	4.8c	5.5d	2.2b	2.8b	7.6b	10.9d	0.224b	0.259b
YKL	早春	7.7a	8.4b	2.5a	3.0ab	13.9a	18.2b	0.193bc	0.225bc
	春	7.6a	9.3a	2.5a	3.1a	13.5a	20.5a	0.197ab	0.229ab
	夏	6.7b	8.6b	2.3b	2.9b	11.0b	17.1b	0.200a	0.231a
	夏 1	6.6bc	8.5b	2.2bc	2.9b	10.4b	17.4b	0.198a	0.232a
YKO	春	6.7b	7.9c	2.2bc	2.7c	10.6b	15.1c	0.200a	0.232a
	秋	6.3c	7.2d	2.1c	2.6c	10.0b	13.5c	0.192c	0.223c
	冬	7.8a	8.9ab	2.7a	3.3a	14.8a	20.8a	0.186c	0.216de
	夏	7.6a	9.2a	2.5ab	3.3a	13.7a	21.1a	0.183c	0.214e
NF	春	7.1b	8.6bc	2.4bc	3.0b	12.3b	17.6b	0.202a	0.235a
	夏 1	6.7bc	8.3cd	2.3cd	2.9bc	11.1c	17.0bc	0.199ab	0.231ab
	秋	6.6c	7.9d	2.2d	2.8c	10.7c	16.0cd	0.195b	0.225bc
	冬	6.5c	7.3e	2.4cd	2.9bc	11.0c	15.1d	0.188c	0.222cd
T8	早春	7.7a	8.8b	2.5a	3.0ab	13.7a	19.1b	0.191c	0.220c
	春	8.0a	9.6a	2.6a	3.2a	14.9a	21.7a	0.196abc	0.229ab
	夏	7.1b	8.4bc	2.3b	2.8c	11.7b	16.7c	0.194bc	0.222bc
	夏 1	6.9b	8.3c	2.3b	2.9bc	11.3b	16.8c	0.199a	0.230a
T18	春	6.8b	8.0cd	2.2b	2.7c	10.8b	15.2c	0.196abc	0.226abc
	秋	6.9b	7.6d	2.2b	2.8c	11.6b	15.0c	0.197ab	0.229ab
	冬	7.0b	8.7bc	3.1a	4.1a	15.2b	25.7b	0.171d	0.194c
	夏	7.5a	9.9a	3.1a	4.3a	16.5a	29.8a	0.179bc	0.205a
T19	春	7.0b	8.9b	2.9ab	3.9b	14.4b	24.5b	0.182b	0.207a
	夏 1	6.4c	8.3cd	2.7bc	3.6c	12.3cd	21.2c	0.185a	0.208a
	秋	6.5c	8.1d	3.0a	3.5c	12.8c	20.1cd	0.177c	0.199b
	冬	6.1d	7.4e	2.6c	3.5c	11.4d	18.5d	0.173d	0.196bc
T20	早春	6.3b	7.7b	2.8a	3.7a	13.2a	20.4a	0.181c	0.206d
	春	6.6a	8.2a	2.6b	3.4b	12.3a	19.5a	0.199a	0.231a
	夏	5.9c	7.1c	2.5c	2.9cd	10.2b	14.5b	0.198a	0.227a
	夏 1	5.2e	6.3d	2.2e	2.7e	8.1c	12.2d	0.191b	0.216b
T19	秋	5.5d	6.5d	2.3d	2.8de	9.2b	12.9cd	0.189b	0.212bc
	冬	5.5d	6.4d	2.4cd	3.0c	9.5b	14.0bc	0.184c	0.207cd
	春	5.4a	6.9a	2.3a	3.1a	8.9a	15.1a	0.212c	0.249b
	春	5.5a	7.1a	2.3a	3.0a	8.8a	15.0a	0.214bc	0.252ab
T20	夏	5.1b	6.5b	2.1b	2.7b	7.5b	12.2b	0.222a	0.258a
	夏 1	4.8c	5.9c	2.0bc	2.5c	6.8c	10.6c	0.218ab	0.256ab
	秋	4.8c	5.8c	1.9c	2.4cd	6.8c	10.2c	0.219ab	0.255ab
	冬	4.6d	5.2d	2.0bc	2.3d	6.5c	8.9d	0.216abc	0.253ab
T20	早春	5.5a	6.5b	2.2a	2.7ab	8.9a	12.0b	0.229abc	0.270ab
	春	5.5a	7.1a	2.2a	2.8a	8.7a	14.1a	0.225bc	0.270ab
	夏	5.2b	6.6b	2.0b	2.6b	7.5b	12.2b	0.231ab	0.271ab
	夏 1	4.8c	6.2c	1.9c	2.5c	6.5cd	10.5c	0.225bc	0.265bc
T20	秋	4.7c	5.8d	1.9c	2.3d	6.2d	9.7cd	0.222c	0.261c
	冬	4.8c	5.4e	2.0b	2.4cd	7.1bc	9.2d	0.234a	0.274a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

表九、永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹春季葉片農藝性狀之比較

Table 9 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the leaf

agronomic characteristics in the spring-tea season

生育期 Growth stage	品種 Cultivar	葉長 Leaf length		葉寬 Leaf width		葉面積 Leaf area		葉厚 Leaf thickness	
		二	三	二	三	二	三	二	三
		2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
		--cm--		--cm--		--cm ² --		--mm--	
幼木期 Young stage	YK	7.0a	7.5a	2.5a	3.1a	12.4a	16.4a	0.193b	0.219b
	DY	4.5b	4.8b	1.7c	2.1b	5.5b	7.2b	0.236a	0.280a
	CH	4.1b	4.1c	1.7c	1.9c	4.9b	5.6c	0.236a	0.277a
ESpr	T12	4.5b	3.9c	2.0b	2.0bc	6.4b	5.7c	0.232a	0.268a
Spr	YK	7.8a	8.8a	2.7a	3.2a	15.1a	20.2a	0.197d	0.230c
	DY	6.4b	7.1b	2.3c	2.7b	10.1b	13.7c	0.258a	0.306a
	CH	5.4d	5.8c	1.9d	2.1c	7.3c	8.6d	0.252b	0.299a
	T12	6.0c	7.1b	2.5b	3.3a	10.7b	16.2b	0.236c	0.275b
成木期 Mature stage	YK	7.6a	8.0a	2.7a	3.3a	14.7a	18.6a	0.243a	0.234c
	DY	6.2b	6.6c	2.2c	2.7b	9.6c	12.6c	0.257a	0.306a
	CH	5.2c	5.4d	1.7d	1.9c	6.5d	7.5d	0.250a	0.304a
ESpr	T12	6.3b	7.2b	2.5b	3.2a	11.4b	16.2b	0.230a	0.274b
Spr	YK	7.6a	8.3a	2.6a	3.2a	14.0a	19.0a	0.192c	0.223c
	DY	5.8b	6.6b	2.1c	2.6c	8.6b	12.5b	0.242a	0.285a
	CH	4.9d	5.4d	1.7d	2.1d	5.9c	8.0c	0.239a	0.282a
	T12	5.3c	6.1c	2.2b	2.8b	8.5b	12.3b	0.224b	0.255b
幼木期 Young stage	YKL	7.8a	8.5a	2.6c	3.0cd	14.4bc	18.2b	0.193c	0.227c
	YKO	8.0a	8.7a	2.7c	3.2c	14.5ab	19.7b	0.189c	0.224c
	NF	7.8a	8.9a	2.6c	3.1cd	14.3bc	19.5b	0.190c	0.224c
ESpr	T8	7.2b	8.9a	3.1a	4.2a	15.5ab	26.5a	0.175d	0.199d
	T18	6.5c	7.8b	2.9b	3.7b	13.3c	20.4b	0.181d	0.208d
	T19	5.2d	6.5c	2.1d	2.9de	8.0d	13.3c	0.214b	0.252b
	T20	5.6d	6.4c	2.2d	2.7e	8.7d	12.2c	0.231a	0.277a
Spr	YKL	6.9b	8.4b	2.4d	3.0cd	11.3d	17.4b	0.187cd	0.217cd
	YKO	7.5a	8.5b	2.6bc	3.2c	13.9b	19.1b	0.183d	0.219cd
	NF	7.7a	8.9b	2.5cd	2.9de	13.2bc	17.9b	0.194bc	0.224c
	T8	7.2ab	9.4a	3.0a	4.1a	15.6a	26.9a	0.184d	0.212d
	T18	6.4c	7.8c	2.7b	3.5b	12.1cd	19.3b	0.199b	0.226c
	T19	5.5d	7.0d	2.3de	3.0cd	9.0e	15.0c	0.221a	0.257b
	T20	5.4d	6.5d	2.2e	2.7e	8.4e	12.4d	0.228a	0.275a
成木期 Mature stage	YKL	7.2a	8.0a	2.4cd	2.9c	12.6a	16.9b	0.196c	0.229c
	YKO	7.4a	8.8a	2.5bc	3.1bc	13.1a	19.8ab	0.186d	0.217de
	NF	7.5a	8.6a	2.5bc	2.9c	13.2a	17.9b	0.198c	0.226cd
ESpr	T8	6.5b	8.1a	2.9a	3.8a	13.5a	22.3a	0.174e	0.199f
	T18	5.7c	6.8b	2.6b	3.4b	11.8a	17.3b	0.187cd	0.216e
	T19	5.3cd	6.5bc	2.2d	2.8c	8.4b	13.5c	0.217b	0.256b
	T20	5.0d	5.9c	2.0e	2.4d	7.3b	10.7c	0.231a	0.267a
Spr	YKL	7.8a	8.7a	2.5b	2.9cd	13.6a	18.6b	0.195c	0.226c
	YKO	7.6a	8.9a	2.6b	3.3b	14.1a	20.8b	0.188cd	0.216de
	NF	7.8a	9.2a	2.6b	3.2bc	14.8a	20.7b	0.194c	0.223cd
	T8	6.9b	8.6a	3.0a	4.0a	14.8a	24.6a	0.173e	0.195f
	T18	6.1c	7.6b	2.6b	3.4b	11.4b	18.7b	0.185d	0.209e
	T19	5.6d	7.2bc	2.2c	3.0cd	8.9c	15.5c	0.211b	0.249b
	T20	5.6cd	6.6c	2.2c	2.7d	9.1c	13.3c	0.234a	0.277a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

ESpr: Early spring; Spr: Spring

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

表十、永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹夏季葉片農藝性狀之比較

Table 10 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the leaf

agronomic characteristics in the summer-tea season									
生育期 Growth stage	品種 Cultivar	葉長		葉寬		葉面積		葉厚	
		Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness	
		二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd
		--cm--		--cm--		--cm ² --		--mm--	
幼木期 Young stage	YK	7.3a	8.7a	2.4b	3.0c	12.2ab	18.7a	0.180d	0.210d
	DY	7.0b	8.4a	2.6a	3.2b	12.6a	19.2a	0.259a	0.308a
	CH	5.9d	7.0c	2.1c	2.5d	8.7c	12.6b	0.249b	0.295b
Sum 1st	T12	6.3c	8.0b	2.6a	3.5a	11.5b	19.9a	0.235c	0.268c
Sum 2nd	YK	7.1a	8.4a	2.5a	3.0a	12.4a	17.8a	0.221d	0.255d
	DY	6.7b	7.9b	2.4ab	3.1a	11.6a	17.1a	0.277a	0.327a
	CH	5.2c	6.2d	1.9c	2.3b	7.1c	10.3c	0.264b	0.313b
	T12	5.5c	6.6c	2.3b	3.0a	9.1b	14.1b	0.249c	0.285c
成木期 Mature Stage	YK	6.9a	8.0a	2.5a	3.1a	12.1a	17.4a	0.193c	0.220c
	DY	5.8b	6.8b	2.2b	2.8b	8.8b	13.2b	0.249a	0.297a
	CH	5.6b	6.4b	1.7c	2.0c	6.7c	9.0c	0.242ab	0.282a
Sum 1st	T12	5.0c	6.2b	2.2b	2.9ab	7.8bc	12.8b	0.232b	0.266b
Sum 2nd	YK	5.3b	6.0b	1.7b	2.0b	6.7bc	8.8b	0.185c	0.213d
	DY	6.1a	6.9a	2.3a	2.7a	9.9a	13.2a	0.307a	0.360a
	CH	4.4c	5.0c	1.5b	1.8b	4.8c	6.4b	0.263b	0.326b
	T12	5.0bc	5.2bc	2.2a	2.4a	7.8b	9.1b	0.272b	0.301b
幼木期 Young Stage	YKL	7.3bc	9.4b	2.4c	3.1c	12.5b	19.8c	0.194c	0.225c
	YKO	7.7ab	9.5ab	2.6b	3.2b	14.1a	21.6b	0.191c	0.222c
	NF	7.9a	9.8a	2.5b	3.1c	14.2a	21.7b	0.197c	0.226c
Sum 1st	T8	7.1c	9.6ab	3.0a	4.1a	15.0a	27.7a	0.176d	0.198d
	T18	6.4d	7.7c	2.6b	3.0bc	11.8b	16.9d	0.194c	0.222c
	T19	5.3e	7.1d	2.1d	2.9d	8.1c	14.5e	0.215b	0.247b
	T20	5.5e	7.2d	2.1d	2.8d	8.3c	14.2e	0.232a	0.271a
Sum 2nd	YKL	7.1a	9.3a	2.4c	3.1b	11.8b	20.3b	0.198d	0.230cd
	YKO	7.1a	8.7b	2.4bc	3.0bc	12.5ab	18.7bc	0.206c	0.236c
	NF	6.9a	8.4b	2.4bc	2.8d	11.7b	17.2c	0.198d	0.223de
	T8	6.5b	8.5b	2.8a	3.8a	13.3a	22.9a	0.197d	0.217e
	T18	5.6c	7.0c	2.5b	2.9cd	9.8c	14.4d	0.198d	0.223de
	T19	5.2d	6.6c	2.1d	2.7de	7.6d	12.9de	0.218b	0.257b
	T20	5.2d	6.5c	2.1d	2.6e	7.6d	11.3e	0.229a	0.266a
成木期 Mature Stage	YKL	6.8b	8.5bc	2.3b	2.7c	11.3b	16.6bc	0.201b	0.235b
	YKO	6.9b	8.3c	2.3b	2.9bc	11.6b	15.7c	0.196b	0.230b
	NF	7.3a	8.8ab	2.4b	2.8bc	12.3b	17.6b	0.197b	0.229b
Sum 1st	T8	7.1ab	9.1a	2.9a	3.9a	14.7a	25.3a	0.184c	0.208c
	T18	5.9c	7.3d	2.4b	3.0b	10.0c	15.3c	0.201b	0.231b
	T19	5.1d	6.3e	2.0c	2.6d	7.3d	11.6d	0.224a	0.264a
	T20	4.9d	6.3e	1.9c	2.5d	6.7d	11.3d	0.227a	0.271a
Sum 2nd	YKL	6.4b	8.2ab	2.2b	2.8b	9.8c	16.2b	0.203c	0.233cd
	YKO	6.5b	8.1b	2.3b	2.9b	10.7bc	16.7b	0.205c	0.239c
	NF	7.0a	8.2b	2.3b	2.8b	11.3b	16.2b	0.202c	0.236c
	T8	6.8ab	8.6a	2.8a	3.7a	13.2a	22.2a	0.183e	0.213e
	T18	5.4c	6.6c	2.3b	2.8b	8.6d	12.8c	0.194d	0.225d
	T19	4.8d	6.0d	2.0c	2.5c	6.7e	10.6d	0.218b	0.258b
	T20	4.9d	6.3cd	1.9c	2.5c	6.7e	11.3cd	0.229a	0.274a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

Sum: Summer

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

表十一、永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹秋季葉片農藝性狀之比較

Table 11 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the leaf agronomic characteristics in the autumn-tea season

生育期 Growth stage	品種 Cultivar	葉長 Leaf length		葉寬 Leaf width		葉面積 Leaf area		葉厚 Leaf thickness	
		二	三	二	三	二	三	二	三
		2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
		--cm--		--cm--		--cm ² --		--mm--	
幼木期 Young stage	YK	6.6a	7.9a	2.3a	2.9a	10.8a	16.2a	0.218d	0.248d
	DY	6.2b	7.4b	2.3a	2.9a	9.8b	15.3a	0.284a	0.329a
	CH	4.9c	5.9d	1.8b	2.2b	6.2d	9.4c	0.269b	0.315b
Aut 1st	T12	5.1c	6.2c	2.3a	2.9a	8.2c	12.7b	0.250c	0.284c
Aut 2nd	YK	6.1a	9.4a	2.2a	2.9a	9.4a	14.7a	0.194d	0.227d
	DY	5.3b	7.8b	2.1a	2.6b	7.8b	11.5b	0.252a	0.297a
	CH	4.4d	4.7d	1.5b	2.0c	4.7d	7.2c	0.236b	0.275b
	T12	4.7c	7.0c	2.1a	2.7b	7.0c	10.7b	0.227c	0.263c
成木期 Mature stage	YK	6.5a	7.6a	2.2a	2.7a	10.2a	14.8a	0.208b	0.247b
	DY	5.7b	6.6b	2.1a	2.7a	8.4b	12.7ab	0.237a	0.286a
	CH	4.8c	5.7c	1.7b	2.1b	5.8c	8.7c	0.234a	0.281a
Aut 2nd	T12	4.7c	5.9bc	2.1a	2.7a	7.0c	11.4b	0.204b	0.241b
幼木期 Young stage	YKL	6.7ab	8.3ab	2.3bc	2.9c	11.1a	17.0a	0.200b	0.238b
	YKO	6.9ab	8.7a	2.5b	3.1b	11.9a	18.9a	0.194bc	0.229b
	NF	7.0a	8.6a	2.4bc	2.8cd	11.7a	17.2a	0.198b	0.238b
Aut 1st	T8	6.2b	7.7b	2.7a	3.4a	11.8a	18.5a	0.174d	0.196d
	T18	5.1c	6.2c	2.2cd	2.7de	8.0b	11.8b	0.184cd	0.212c
	T19	5.0c	5.8c	2.1de	2.6e	7.5b	10.8b	0.218a	0.257a
	T20	4.9c	6.1c	2.0e	2.6e	6.9b	11.0b	0.225a	0.264a
Aut 2nd	YKL	6.8a	8.1a	2.3bc	2.8bc	11.4bc	16.1b	0.201bc	0.233cd
	YKO	7.0a	8.0a	2.4b	3.0b	12.2b	16.9b	0.204b	0.236c
	NF	7.0a	8.1a	2.3bc	2.8bc	11.2c	16.1b	0.197c	0.228d
	T8	6.9a	8.5a	3.2a	3.7a	14.1a	22.0a	0.178e	0.202f
	T18	5.6b	6.7b	2.9b	2.9b	9.6d	13.7c	0.190d	0.211e
	T19	5.1c	6.1c	2.1cd	2.6cd	7.5e	11.4d	0.226a	0.259b
	T20	4.9c	6.0c	1.9d	2.4d	6.8e	10.5d	0.228a	0.268a
成木期 Mature stage	YKL	6.3a	7.8a	2.2b	2.7bc	9.7b	14.9b	0.195c	0.227b
	YKO	6.4a	7.7a	2.3b	2.8b	10.5b	15.6b	0.189d	0.220bc
	NF	6.3a	7.7a	2.2b	2.7bc	9.9b	14.8b	0.188d	0.218c
Aut 1st	T8	6.3a	8.0a	2.7a	3.6a	12.1a	20.7a	0.176e	0.199e
	T18	5.1b	5.9b	2.2b	2.6c	7.9c	11.1c	0.184d	0.209d
	T19	4.4c	5.5b	1.9c	2.4d	5.8d	9.3cd	0.211b	0.244a
	T20	4.5c	5.9b	1.8c	2.3d	5.8d	9.0d	0.218a	0.251a
Aut 2nd	YKL	6.7ab	7.8a	2.2b	2.7b	10.4ab	15.0bc	0.200b	0.234b
	YKO	6.6ab	8.1a	2.2b	2.9b	10.4ab	16.7b	0.187cd	0.220c
	NF	7.0a	8.0a	2.3b	2.7b	11.6a	15.4b	0.192c	0.225c
	T8	6.2b	8.0a	2.6a	3.5a	11.2a	19.7a	0.170e	0.190e
	T18	5.5c	6.5b	2.3b	2.9b	9.1b	13.1c	0.184d	0.203d
	T19	4.9d	5.6c	1.8c	2.4c	6.7c	9.5d	0.216a	0.255a
	T20	4.8d	5.7c	1.9c	2.4c	6.3c	9.5d	0.223a	0.260a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

Aut: Autumn

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

表十二、永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹冬季葉片農藝性狀之比較

Table 12 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the leaf agronomic characteristics in the winter-tea season

生育期 Growth stage	品種 Cultivar	葉長		葉寬		葉面積		葉厚	
		Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness	
		二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd
		--cm--		--cm--		--cm ² --		--mm--	
幼木期 Young stage	YK	7.0a	7.6a	2.5a	3.0a	12.2a	16.1a	0.188d	0.216d
	DY	5.4b	6.0b	2.2b	2.7c	8.5b	11.6b	0.238a	0.283a
	CH	4.6d	4.9d	1.8c	2.1d	5.8c	7.3c	0.231b	0.265b
	T12	5.0c	5.6c	2.3b	2.9b	8.0b	11.4b	0.220c	0.254c
幼木期 Young stage	YKL	6.5b	7.5a	2.3d	2.8d	11.0b	14.7c	0.181c	0.211d
	YKO	7.0a	7.9a	2.6bc	3.1d	12.8a	17.5b	0.185c	0.218cd
	NF	6.9a	7.6a	2.4cd	2.7d	12.0ab	14.8c	0.193bc	0.223c
	T8	6.5b	7.8a	2.9a	3.9a	13.1a	21.5a	0.187c	0.199e
	T18	5.7c	6.9b	2.7b	3.4b	10.7b	16.9b	0.179c	0.203e
	T19	4.8d	5.8c	2.2e	2.7d	7.4c	10.9d	0.204b	0.240b
	T20	5.1d	5.7c	2.2e	2.6d	8.0c	10.8d	0.225a	0.264a
成木期 Mature stage	YKL	6.2b	7.1ab	2.1cde	2.6c	9.5b	13.4b	0.203b	0.232cd
	YKO	6.1b	6.8b	2.3bcd	2.8bc	9.9b	13.8b	0.199b	0.230cd
	NF	7.1a	7.8a	2.4abc	2.8bc	12.0a	15.9ab	0.209b	0.242c
	T8	6.1b	7.1ab	2.6a	3.4a	11.4ab	17.4a	0.177c	0.203e
	T18	5.7b	6.4b	2.5ab	3.1b	10.0ab	14.1b	0.196b	0.223d
	T19	4.5c	4.8c	1.9e	2.3d	6.3c	7.8c	0.232a	0.270b
	T20	4.7c	5.1c	2.0de	2.3d	6.9c	8.5c	0.246a	0.287a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

臺東永康山茶平地栽培之芽葉生育及品質評估

表十三、不同年度及茶季間永康山茶與小葉栽培種製茶品質之比較

Table 13 Comparison of Yung-Kang wild tea and small-leaf cultivated cultivars on the made tea quality in different years and tea seasons

茶類 Tea type	年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 Yung-Kang Wild tea	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	臺茶 12 號 TTES No.12
				---score---		
綠茶 Green tea	2004	春	60.8c	68.7ab	66.6b	69.8a
		夏 1	62.4c	63.6bc	64.9b	67.3a
		夏 2	68.5a	65.3a	65.4a	67.9a
		秋 1	65.8a	64.5a	65.3a	66.0a
		秋 2	70.4b	73.7a	69.0b	70.9b
		冬	69.4b	75.1a	68.2b	72.1ab
	2005	春	65.7ab	67.8a	58.1c	65.5b
	2006	春	65.2b	68.5a	67.8a	66.8ab
		秋 2	64.6b	66.5a	66.7a	63.4b
		冬	64.7b	65.8ab	66.5a	65.5ab
	2007	夏 1	67.6ab	67.1b	67.4b	68.5a
	2008	夏 1	66.3c	67.9b	68.7a	67.4b
		秋 1	64.6b	64.4b	64.7b	68.8a
	2009	夏 1	63.7b	67.6a	67.8a	66.3a
蜜綠 Honey green tea	2008	早春	64.9d	71.6a	69.4c	69.9b
		春	65.2d	71.3b	72.6a	69.8c
包種茶 Pouchong tea	2004	春	56.5b	65.4a	70.3a	66.8a
	2005	夏 1	59.9b	69.1a	67.6a	69.0a
		秋 2	54.9c	60.9b	67.3a	66.6a
		冬	63.3c	68.8a	66.6ab	66.4b
	2007	秋 1	61.9c	63.5b	65.0a	65.3a
	2008	秋 1	65.2b	67.1a	66.9a	67.0a
佳葉龍茶 GABA tea	2008	秋 1	64.1a	61.9b	61.8b	62.3b
紅烏龍 Red Oolong	2009	夏 1	67.6a	67.3a	67.4a	66.9a
紅茶 Black tea	2007	秋 1	67.1a	65.2b	65.7ab	63.3c
	2008	秋 1	67.2a	65.3b	66.0b	65.3b

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

表十四、不同年度及茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹製茶品質之比較

Table 14 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the made tea quality in different years and tea seasons

茶類 Tea type	年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 披針 YKL	永康山 茶橢圓 YKO	南鳳 山茶 NF	臺茶 8 號 T8	臺茶 18 號 T18	臺茶 19 號 T19	臺茶 20 號 T20
						--score--			
綠茶 Green tea	2010	秋 2	67.3bc	66.8cd	69.3a	68.3ab	66.0d	69.2a	67.1c
		冬	65.4e	67.2c	66.5cd	66.6cd	66.4d	70.4a	69.5b
	2011	春	70.0ab	69.7ab	68.4c	69.4bc	67.0d	70.8a	68.3c
		夏 1	66.2bc	67.4b	66.1bc	64.7cd	63.9d	69.7a	70.4a
		秋 2	66.9bcd	67.5bc	68.3b	65.6d	66.5cd	71.5a	68.4b
		冬	67.3d	65.3f	68.6c	66.5e	65.6f	70.4a	69.6b
	2012	春	67.4bc	66.8cd	67.0c	64.9e	65.6de	69.9a	68.4b
		秋 1	66.2d	66.5cd	67.3bc	66.5cd	63.8e	68.4a	68.3ab
		秋 2	66.8b	65.1c	67.4b	67.6ab	64.3c	68.3a	67.5ab
	2013	早春	65.8c	66.5c	67.5b	66.4c	63.7d	69.2a	69.4a
		春	66.9c	64.6e	66.8c	65.2d	62.9f	68.2b	69.7a
		夏 1	66.7b	65.3c	65.7c	65.7c	64.7d	68.6a	68.5a
		坡 2	66.8b	64.9d	65.7c	63.8e	61.3f	67.9a	68.1a
		秋茶	67.6bc	66.7c	67.9bc	66.6c	62.8d	69.6a	68.4ab
	2014	冬茶	66.1d	65.6d	67.1c	68.4ab	64.6e	69.2a	68.2b
		早春	67.0c	65.5d	68.0b	68.9a	65.7d		67.5bc
		春	67.6cd	68.1c	68.9b	67.3c	64.4e	69.8a	68.2bc
		冬	68.1b	67.5bc	67.8b	70.2a	66.5c	71.1a	70.4a
2015	春	69.8bc	68.8cd	68.9bcd	67.6d	65.2e	73.4a	70.2b	
包種茶 Poucho ng tea	2014	夏 1	64.2c	63.9c	65.3b	64.1c	63.7c	66.0b	67.4a
	2015	夏 1	65.1b	64.9b	63.4c	64.7b	62.3d	67.8a	68.6a
紅烏龍 Red Oolong	2014	夏 2	66.9b	66.1bc	64.8cd	65.0cd	64.7d	65.2cd	68.8a
	2015	夏 2	67.9b	67.2bcd	66.8d	64.9e	66.9d	67.6bc	68.9a
紅茶 Black tea	2010	早春	70.4b	66.7d	65.5e	68.6c	69.8b	72.4a	70.0b
		春	65.9bc	66.1bc	66.6b	65.0c	65.0c	69.7a	68.9a
	2011	夏 1	66.7ab	66.2b	62.9d	67.0ab	68.0a	64.7c	66.7ab
		夏 2	67.4a	66.3a	68.1a	68.5a	67.9a	67.2a	67.8a
	2012	春	68.3a	66.6b	65.3b	68.6a	69.0a	65.7b	68.8a
		夏 1	67.6b	65.8c	66.2c	68.8b	70.2a	62.5d	65.0c
	2014	冬	67.9b	67.8b	66.9c	69.0a	68.6a	66.2d	67.2bc
		夏 2	69.3a	68.8a	69.5a	69.3a	69.8a	67.0b	67.0b
2015		夏 1	69.6a	67.9bc	67.3cd	67.0cd	68.4b	66.7d	67.1cd

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at $\alpha=0.05$.

The abbreviations of cultivar are same as table 1.

臺東永康山茶平地栽培之植株生育 及產量評估

鄭混元 余錦安¹

摘要

本研究目的在於探討平地栽培永康山茶對植株生育及茶菁產量的影響，並評估其對環境適應性，提供做為育種資源、經濟栽培及開發新風味茶類利用之參考。本試驗參試品種（收集種）包括永康山茶、南鳳山茶、大葉烏龍、青心烏龍、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 19 號及臺茶 20 號。由試驗結果顯示，不同年度及茶季，由於氣候的差異，以致影響茶樹植株生育及產量，而且達到顯著的差異。永康山茶具有生長勢強，樹冠面寬廣之植株特性，萌芽密度高於大葉及小葉栽培種，其萌芽特性屬於芽數型，並在冬季低溫期尚能萌芽生長，而且高於夏秋茶，百芽重低於大葉栽培種臺茶 8 號，近似於臺茶 18 號，而與小葉栽培種互有高低，產量高且具穩定性，而且在氣候逆境之環境尚能維持較高的產量。在平地栽培具有良好的環境適應能力，可以做為耐逆境品種篩選之種原。

關鍵字：永康山茶、生育、產量

前言

茶樹 (*Camellia sinensis* L. Kuntze) 屬山茶科 (Theaceae)、茶屬 (*Camellia*) 中最重要的經濟作物，茶有很多亞種，最重要的有中國小葉種或稱為小葉種 (*Camellia sinensis* var. *sinensis*)，以及阿薩姆種或稱為大葉種 (*Camellia sinensis* var. *assamica*) (陳, 1998)。蘇 (2007) 指出臺灣山茶 (*Camellia formosensis*) 係生長於臺灣山區的原生茶類植物，為臺灣特有的一種野生茶樹，由外部形態或 DNA 分析，認為臺灣原生茶樹應該提升成一個獨立的種，其中分佈於臺東縣延平鄉的永康山茶 (*Camellia formosensis* var. *yungkangensis*)，因其形態特徵不同於西部族群，則歸類為臺灣山茶的變種。臺灣野生茶樹分佈於南投、嘉義、高雄、臺東等縣市內，位處中央山脈東西側，集中於海拔 800 至 1600 公尺，其中分佈比較完整者為屬東勢林區之南投縣眉原山，林業試驗所六龜分所試驗林之高雄市茂林區南鳳山與鳴海山，主要在於早期已設置或曾經設置保護區，此外還有玉山林區之嘉義縣番路鄉水井山及草山，而臺東縣延平鄉永康山為分佈之最東緣 (鄭及范, 2013a)。臺灣山茶樹冠面寬廣，有適當的萌芽密度及百芽重，而且可以維持穩定的產量，其中以德化社山茶、南鳳山茶、鳴海山茶及永康山茶為具有發展潛力的野生茶樹，德化社山茶原生南投日月潭德化社，南鳳山茶及鳴海山茶原生於高雄南鳳山及鳴海山，在當地魚池鄉、六龜區及桃源區已有栽培利用，採

1. 行政院農業委員會茶業改良場臺東分場 前副研究員兼茶作股長、助理研究員。臺灣 臺東縣。

摘製成爲在地特色茶類(鄭, 2014)。目前茶業改良場臺東分場正利用復育之永康山茶進行選育, 期能篩選出樹勢強壯、抗旱、耐高低溫、抗病蟲、特殊風味之優質新品系, 藉以提供經濟栽培, 並做爲日後開發新風味茶類之利用, 促使產品多樣化, 且具有市場區隔性, 提昇茶葉產值(鄭及范, 2013b)。

高產、優質、抗性強是茶樹育種的基本目標, 擴大遺傳歧異度有利於選育到優良品種。茶樹高產的理想株型爲植株半開展、骨幹枝粗壯、分枝數較多、萌芽密度高、具適製茶類的葉型、葉著生上斜、芽葉肥壯(曾及羅, 2005)。茶菁產量構成的因子有芽重及芽數, 即百芽重及萌芽密度, 芽重受開面度、萌芽枝的直徑、葉層厚度及葉厚的影響; 另芽數則受分枝數及葉面積指數的影響; 另一項影響產量之因子爲採摘面積, 包括株高及採摘面寬度, 即樹形, 其中以茶芽數、茶芽重及採摘面積爲主要的影響因子, 每個構成產量的相關因子需要相互配合, 才能獲得最高的生產潛力(大石, 1986; Tanton, 1979; Wijeratne, 2001)。葉及郭(1995)以路徑分析認爲樹高、主幹直徑、骨幹枝數、定剪枝葉量對樹幅的貢獻最大。分枝數、腋芽萌發率爲影響新梢密度的主要性狀, 可以做爲產量早期鑑定的相關性狀。茶樹產量與芽葉性狀之葉面積、葉長、葉寬、節間長、節間徑, 以及茶芽密度、百芽重皆呈現正相關(吳, 1974; 馮, 1988; 馮與沈, 1990; 陳及蔡, 2003; 蔡及陳, 2001)。這些茶樹產量構成因子受到氣象環境條件的影響, 進而影響茶菁產量之高低(Squire et al, 1993; (Tanton, 1982a; Tanton, 1982b)。不同茶樹品種對氣候環境適應性亦呈現差異, 陳(1991)估算茶樹生長積溫及生長週期日度積溫, 計算溫量指數(TI)及雨量係數(RQ), 青心烏龍基溫爲 6.4°C, 度積溫 880°C, 臺茶 12 號分別爲 3.7°C 及 920°C, 青心烏龍適栽範圍 TI 值爲 140-200, 及 RQ 值爲 7.5-15。王等(1991)指出臺茶 8 號適當基本溫度爲 4°C, 度積溫 1,010°C。同一品種生長於不同區域、茶季對氣候之反應亦不相同, 林等(2016)估算青心烏龍、臺茶 12 號春季基溫分別爲 1.8 及 2.2°C, 度積溫 989.1 及 924.5°C, 冬季分別爲 4.5 及 5.1°C, 976.2 及 910.6°C。所以一個地區在種植茶樹前, 需要進行適栽品種的篩選, 調查不同茶樹品種的生育及產製特性, 藉以選出高產優質的品種, 而且能夠適應當地的環境(廖, 1996; 馮及陳, 1995; 蔡等, 2004)。

臺東永康山茶原生長於深山之中, 對山林之氣候環境有其適應性, 當轉移至平地以人工栽培方式培育, 首要面臨氣候生態環境的改變, 以致可能影響茶樹的生育, 而且茶菁產量亦可能深受影響。田等(2001)認爲茶樹原本生長在濕熱多雨的熱帶、亞熱帶山林中, 因而形成了喜溫好濕, 喜陰喜漫射光等生物學特性。以人工栽培茶樹時, 茶樹從林中轉移至空曠地單獨種植, 原先的生態環境改變, 必然影響茶樹生育與茶菁產量。近年來由於受到全球氣候變遷的影響, 極端異常氣候明顯增加, 以致影響茶葉產製(林等, 2007), 其次隨著社會環境的變遷, 勞動人力不足, 為了省工栽培, 茶園管理作業必須以機械化取代人工, 而且市場需求日益變化, 茶類風味的快速轉變, 惟有不斷選育新品種與研發新產品來因應, 才能符合消費者求新求變的需求。因此, 本研究目的在於探討平地栽培永康山茶對植株生育及茶菁產量的影響, 並評估其對環境適應性, 提供做爲育種資源、經濟栽培及開發新風味茶類利用之參考。

材料與方法

一、材料

本試驗研究在臺東縣鹿野鄉龍田臺地(北緯 22°54'37", 東經 121°07'25", 海拔 175 m)茶業改良場臺東分場試驗茶園。進行永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估。分別在二處試驗茶園(A 區、B 區)進行調查。

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

二、方法

(一) 試驗處理

1. 試驗 A 區：參與調查的品種（收集種），包括野生栽培種永康山茶、小葉栽培種茶樹大葉烏龍、青心烏龍及臺茶 12 號。試驗調查年度自 2003 至 2014 年，為期 12 年。
2. 試驗 B 區：參與調查的品種（收集種）包括野生栽培種永康山茶（披針形）、永康山茶（橢圓形）及南鳳山茶，大葉栽培種茶樹臺茶 8 號及臺茶 18 號，小葉栽培種茶樹臺茶 19 號及臺茶 20 號。永康山茶為臺東原生山茶，臺東分場已篩選出優良品系定植於田間。南鳳山茶為高雄六龜原生山茶，為目前保存最完整及當地經濟栽培面積最廣之原生山茶。試驗調查年度自 2010 至 2015 年，為期 6 年。

(二) 試驗設計

1. 試驗 A 區：試驗設計採用逢機完全區集設計（RCBD），四品種（收集種），四重複，三行區，每行十株茶樹。
2. 試驗 B 區：試驗設計採用逢機完全區集設計（RCBD），七品種（收集種），四重複，二行區，每行十株茶樹。

(三) 調查項目

在不同年度與各茶季間進行永康山茶、南鳳山茶及栽培品種植株生育、萌芽密度、百芽重及產量調查。

1. 植株性狀：測量樹高及樹寬，隨機量取 3 處計算平均值。

(1) 樹高：量測地面至枝條最高部位。

(2) 樹寬：係調查茶樹枝葉擴展寬度，選擇樹冠生育整齊之茶櫟為調查點。

2. 萌芽密度：以 30 cm×30 cm 密度框，測量計算樹冠中心茶芽數，隨機量取 3 處計算平均值。

3. 百芽重：測量 100 個採摘茶芽之鮮重及乾重，並計算含水量。

4. 產量：茶樹產量為調查小區面積內的產量，換算為單株產量。

三、資料分析

上述分析資料先進行變方分析，處理間達 5% 顯著差異時，再以最小顯著性差異測驗法（LSD）比較各處理間之差異。

結果與討論

一、植株性狀

試驗 A 區四個品種（收集種）樹高及樹寬皆受到年度的影響，在幼木期高低起伏變化較大，至成木期樹高大致定型，樹寬已擴展，而且在年度間達到顯著的差異；不同茶季樹高及樹寬亦呈現差異顯著，春及冬茶之樹高比其他茶季低，樹寬則以春茶最小，主要在於冬季修剪的影響，不同品種呈現相同的趨勢（表一、二）。

試驗 B 區七個品種（收集種）樹高及樹寬皆受到年度的影響，樹高隨著年度呈現逐漸降低之趨勢，而且在年度間達到顯著的差異，至成木期已開始定型，經修剪維持固定的高度。樹寬大致呈現逐漸擴展之變化，不同年度差異顯著。樹高及樹寬同樣受到茶季的影響，因為冬季剪枝的影響，早春及冬茶之樹高比其他茶季低，樹寬則輕微受到影響，不同品種呈現相同的趨勢（表一、二）。因此，樹高及樹寬之高低與大小，除了受到氣候環境的影響，尤其在氣候逆境下影響更大，其次剪枝管理亦是主要的影響因子。

試驗 A 區永康山茶在幼木期植株生長緩慢，但成木期則生長迅速，無論幼木期或成木期，樹高在大多數年度及茶季明顯低於小葉栽培種臺茶 12 號及大葉烏龍（表三）。試驗 B 區以大葉栽培種臺茶 8 號樹高為最高，臺茶 18 號與永康山茶差異不大，在大多數年度與茶季樹高並未達顯著的差異，南鳳山茶樹高則低於永康山茶，臺茶 19 號及 20 號樹高在大多數年度及茶季高於永康山茶（表四）。雖然兩個試驗區成木期樹高因每年進行修剪，經常維持在一定高度的範圍，但隨著樹冠面的擴展，逐漸成形固定期間，不同年度樹高還是稍呈現較低之變化。

試驗 A 區永康山茶在幼木期茶樹冠面擴展緩慢，至成木期才迅速擴大，導致幼木期樹寬低於小葉栽培種，至成木期樹寬則與臺茶 12 號已無顯著的差異（表五）。試驗 B 區永康山茶樹寬亦低於小葉栽培種臺茶 19 號及 20 號，其中與臺茶 20 號達到顯著的差異，臺茶 8 號樹寬則稍大於永康山茶，唯在大多數年度及茶季並未達到顯著的差異，臺茶 18 號及南鳳山茶樹寬則低於永康山茶（表六）。兩個試驗區樹寬皆隨著年度呈現逐漸擴展之趨勢。

由茶樹樹高及樹寬的生長變化顯示，永康山茶幼木期植株生長緩慢，成木期生長迅速，具有樹勢強壯，冠面寬廣之生育特性，至成木期植株已定型。無論經選育之新品種或地方品種，皆已經能夠適應低海拔之氣候環境，而且生長良好。由成木期永康山茶生長情形，其與大葉及小葉栽培種比較，樹勢並沒有比較弱。試驗顯示，永康山茶具有生長勢強，樹冠面寬廣之植株特性，顯示在平地栽培具有良好的環境適應能力。

二、萌芽密度

試驗 A 區四個品種（收集種）萌芽密度皆受到年度的影響，在年度間達到顯著的差異，由於樹冠面的擴展，萌芽密度隨著年度呈現遞增之趨勢，且以永康山茶最為明顯；萌芽密度亦受到茶季的影響，而且達到顯著的差異，以秋冬茶萌芽密度高於春夏茶，不同品種在年度及茶季間大致有相同的趨勢（表一、二）。

試驗 B 區七個品種（收集種）萌芽密度皆受到年度的影響，在年度間達到顯著的差異，不同品種（收集種）年度的變化並無一致性，南鳳山茶、臺茶 18 號及 20 號在年度間變化不大，其他品種則呈現高低起伏的變化；萌芽密度亦受到茶季的影響，而且達到顯著的差異，夏茶之後有較高的萌芽密度，但南鳳山茶及臺茶 20 號在茶季間變化不大（表一、二）。

試驗 A 區永康山茶萌芽密度在大多數年度及茶季高於小葉栽培種，並且達到顯著的差異，其萌芽密度隨著茶樹成長年度呈現遞增之變化，大葉烏龍萌芽密度最低，是屬於芽重型品種，青心烏龍及臺茶 12 號為芽數型品數，永康山茶亦呈現芽數型之生育特性（表七）。試驗 B 區永康山茶萌芽密度高於南鳳山茶；高於或近似於小葉栽培種，在有些茶季達到顯著的差異。大葉栽培種臺茶 8 號及 18 號屬於芽重型品種，其萌芽密度低於永康山茶，而且在大多數年度及茶季均達到顯著的差異（表八）。

永康山茶萌芽密度高於大葉及小葉栽培種，其萌芽特性屬於芽數型，在冬季低溫期尚能萌芽生長，而且高於夏秋茶，可能在於原生長在高山樹林中，已經適應較為低溫之環境，當轉移至平地栽培，由於種原特性，在冬季尚能生長良好，而且萌芽生長整齊，或許可以評估是否適合機採方式採收。

三、百芽重

試驗 A 區四個品種（收集種）百芽重以 2005 年幼木期最高，而且與其他年度差異顯著；茶季間呈現顯著的差異，以冬茶生長期間受低溫影響百芽重最低，其他茶季則因品種稍有不同的變化（表一、二）。

試驗 B 區七個品種（收集種）百芽重受到年度的影響不明顯，不同年度高低起伏變化不大；茶季間呈現顯著的差異，以春夏季百芽重最高，秋冬季隨著茶季而遞減，七個品種（收集種）約略

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

有相同的趨勢（表一、二）。

試驗 A 區永康山茶與小葉栽培種在不同年度及茶季百芽重互有高低，整體而言，永康山茶百芽重低於大葉烏龍；但高於青心烏龍，在成木期則以臺茶 12 號在大多數年度及茶季顯著高於永康山茶（表九）。試驗 B 區永康山茶百芽重與南鳳山茶差異不大，在大多數年度及茶季並未達顯著的差異，但顯著低於大葉栽培種臺茶 8 號，亦低於臺茶 18 號，唯在大多數年度及茶季差異不顯著，而稍高於小葉栽培種，在部分年度及茶季差異顯著（表十）。

永康山茶百芽重低於大葉栽培種臺茶 8 號，近似於臺茶 18 號，而與小葉栽培種互有高低，百芽重與產量及製茶品質關係密切，一般大葉種並不適合製成綠茶，永康山茶百芽重大小介於大小葉栽培種之間，評估探討其適製茶類可以更加廣泛。

四、產量

試驗 A 區四個品種（收集種）產量皆受到年度的影響，在年度間達到顯著的差異，永康山茶成木期產量顯著增加，臺茶 12 號雖然增加，但與幼木期差異不顯著，大葉烏龍及青心烏龍產量在幼木期尚處於高低起伏變化大，尚未達到量產，永康山茶及臺茶 12 號亦呈現相同的變化（表一）。茶樹產量亦受到茶季的影響，而且達到顯著的差異，永康山茶及大葉烏龍產量，秋冬茶高於春夏茶，青心烏龍及臺茶 12 號則以夏秋茶較高（表二）。

試驗 B 區七個品種（收集種）產量皆受到年度的影響，在年度間達到顯著的差異，不同品種（收集種）年度的變化並無一致性，永康山茶（披針形）在年度間變化不大，臺茶 8 號、18 號及 19 號則呈現較明顯的變化（表一）。茶樹產量亦受到茶季的影響，而且達到顯著的差異，永康山茶（披針形）及南鳳山茶在夏至冬茶產量並沒有顯著的變化，其他品種（收集種）在不同茶季互有高低（表二）。

試驗 A 區幼木期三至四年生永康山茶產量低於小葉種栽培種，而且顯著低於臺茶 12 號，五年生茶樹產量已經高於大葉烏龍及青心烏龍，但還是低於臺茶 12 號，至成木期永康山茶產量已顯著高於臺茶 12 號（表十一）。試驗 B 區永康山茶產量高於南鳳山茶，在有些年度及茶季達到顯著的差異，臺茶 8 號為高產品種，其產量與永康山茶因年度及茶季而互有高低，臺茶 18 號產量在大多數年度及茶季低於永康山茶，而且差異顯著，臺茶 19 號及 20 號亦屬於高產品種，永康山茶產量在有些年度及茶季高於這二個品種，尤其在早春及冬茶產量達到顯著的差異（表十二）。由茶樹產量及其構成因子之相關分析結果顯示，茶樹產量與樹高在大多數品種未呈現顯著相關，只有永康山茶、臺茶 12 號及臺茶 20 號達到顯著正相關（表三、四）。大多數品種樹寬、萌芽密度與產量呈現顯著正相關（表五、六、七、八）。百芽重則有正或負相關，有些品種呈現顯著相關（表九、十）。

茶樹植株生長迅速，樹勢健壯，產量較高，唯樹高與產量的相關性低於樹冠。茶樹樹冠是產量構成因子之一，樹冠面大小影響產量高低，而且與產量呈現正相關，為茶樹株型育種的主要選拔指標（葉及郭，1995）。本試驗茶樹樹冠與產量相關分析亦有相同的結果，而且永康山茶具有冠面寬廣之生育特性。葉及郭（1995）指出萌芽密度與產量達顯著或極顯著相關，而百芽重與產量的相關性較低。本試驗百芽重與產量之相關性在不同品種並沒有一致性的結果，萌芽密度與產量則為正相關。永康山茶為大葉種，但其百芽重介於小葉種之間，而且低於臺茶 8 號，主要在於萌芽密度高於大葉種，具有芽數型之生育特性。葉及郭（1995）從茶樹品種特性分析經濟產量的構成因子，主要為樹寬、萌芽密度及芽重。史及劉（1992）則指出芽數的影響程度高於芽重。由歷年產量及其構成因子調查結果顯示，永康山茶適應性良好，為高產的收集種，以披針形產量高於橢圓形，南鳳山茶原生於高雄六龜山林，引種至臺東平地栽培，其適應性較原生於臺東延平鄉之永康山茶弱，植株生長勢及產量低於永康山茶。臺茶 8 號、18 號、19 號及 20 號是由茶業改良場育成之優良品種，高產質優，係屬於適製紅茶及包種茶品種，由本試驗調查顯示臺茶 8 號及 20 號生長勢優於臺茶 18 號及

19 號，並與永康山茶比較，其產量低於披針形收集種。臺茶 12 號為育成品種中種植面積最廣的品種，樹勢強，萌芽密度高且整齊，適製包種茶。青心烏龍易感染枝枯病，不耐旱，樹勢較弱，不適合種植於低海拔茶區。大葉烏龍在花蓮瑞穗茶區種植面積最廣，但較不耐旱，萌芽密度不高，兩個地方品種茶樹冠面低於新品種及永康山茶，無論在病蟲害及草害的防治，都增加了栽培管理的成本。由於近年來面臨全球暖化的影響，極端異常氣候明顯增加，人力缺乏，皆需要從茶園管理或耐逆境品種的育成，來因應氣候變遷。由不同年度及茶季間調查臺東永康山茶植株生育、萌芽密度、百芽重及產量的變化顯示，永康山茶產量高且具穩定性，而且在氣候逆境之環境尚能維持較高的產量，可以做為耐逆境品種篩選之種原。

結 論

由歷年永康山茶平地栽培之植株生育及茶菁產量評估，永康山茶具有生長勢強，樹冠面寬廣之植株特性，萌芽密度高於大葉及小葉栽培種，其萌芽特性屬於芽數型，在冬季低溫期尚能萌芽生長，而且高於夏秋茶，百芽重低於大葉栽培種臺茶 8 號，近似於臺茶 18 號，而與小葉栽培種互有高低，產量高且具穩定性，而且在氣候逆境之環境尚能維持較高的產量。在平地栽培具有良好的環境適應能力，可以做為耐逆境品種篩選之種原。目前茶業改良場臺東分場正利用復育之永康山茶進行選育，期能篩選出樹勢強壯、抗旱、耐高低溫、抗病蟲、特殊風味、適合機採之優質新品系，以提供經濟栽培（備註：臺東永康山茶 1 號已於 2019 年 6 月命名通過為臺茶 24 號）。

誌 謝

本研究承蒙茶業改良場台東分場陳秀慧小姐、陳清海、柯憲達、賴貴祥先生協助試驗調查及分析工作，特此誌謝。

參考文獻

1. 大石貞男. 1986. 茶の生育診斷と栽培. pp. 10-52. 農文協. 東京。
2. 王兩全、林木連、何信鳳. 1991. 利用積溫預測臺茶 8 號品種採摘期. 臺灣茶業研究彙報 10: 41-50。
3. 史玉榮、劉祖生. 1992. 茶樹產量早期鑑定的研究—扦插苗性狀與茶樹單株產量的關係. 浙江農業大學學報 18: 27-34。
4. 田永輝、梁遠發、王國華、王家倫、周國藍、吳德民. 2001. 人工生態茶園生態效應研究. 茶葉科學 21: 170-174。
5. 林木連、謝靜敏、陳玄. 2007. 茶園農業氣象災害與因應策略. 作物、環境與生物資訊 4: 35-40。
6. 林義豪、胡智益、張振厚、賴正南、陳右人. 2016. 茶樹產期預測模式之建構. 臺灣茶業研究彙報 35: 1-20。
7. 吳振鐸、徐英祥. 1974. 茶樹早生新品系 (種) 茶芽特性與煎茶品質與產量的相關研究. 中華農學會報 新 86: 28-78。
8. 曾貞、羅軍武. 2005. 茶樹育種早期鑑定遺傳標記研究進展. 茶葉通訊 32: 4-9。

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

9. 陳玄. 1991. 氣象因子對本省茶園分佈之影響. 土壤及農業氣象資源應用研討會專刊. 臺灣省茶業改良場特刊第 3 號. pp. 105-133。
10. 陳右人. 1998. 茶樹品種與育種介紹. 茶業技術推廣手冊 (茶作篇). 臺灣省茶業改良場編印 pp. 7-14。
11. 陳右人、蔡俊明. 2003. 茶樹芽葉性狀與條形包種茶品質之關係. 中國園藝 49: 259-266。
12. 馮鑑淮. 1988. 茶樹育種提早選種指標的研究. (I) 品種芽葉農藝性狀與產量及部分發酵茶品質的路徑分析. 臺灣茶業研究彙報 7: 79-90。
13. 馮鑑淮、沈明來. 1990. 茶樹育種提早選種指標的研究. (II) 品種芽葉農藝性狀與產量及綠茶兼包種茶以及紅茶品質之關係. 臺灣茶業研究彙報 9: 7-20。
14. 馮鑑淮、陳國任. 1995. 東部茶樹品種產期、產量、化學成分與包種茶品質之比較研究. 臺灣茶業研究彙報 14: 27-45。
15. 葉乃興、郭吉春. 1995. 試論茶樹經濟產量的構成因素及其選擇. 茶葉科學技術 4: 1-5。
16. 廖文如. 1996. 鹿谷茶區適栽品種之探討. 臺灣茶業研究彙報 15: 1-10。
17. 鄭混元、范宏杰. 2013a. 臺灣山茶之種原蒐集及選育. 茶業改良場年報 101 年年報 pp. 8-9。
18. 鄭混元、范宏杰. 2013b. 臺灣野生茶樹資源及其利用. 臺灣茶業研究彙報 32: 21-44。
19. 鄭混元. 2014. 臺灣山茶種原特性調查與評估. 第二屆茶業科技研討會專刊. pp. 59-93. 茶業改良場出版。
20. 蔡俊明、陳右人. 2001. 適製包種茶茶樹六十九年選品系選拔與其選拔族群芽葉性狀與包種茶品質與收量之相關. 中國園藝 47: 69-76。
21. 蔡俊明、張清寬、陳右人、陳國任、蔡右任、邱垂豐、林金池、范宏杰. 2004. 2004 年命名茶樹新品種臺茶 19 號及臺茶 20 號試驗報告. 臺灣茶業研究彙報 23: 57-78。
22. 蘇夢淮. 2007. 臺灣山茶之分類研究. 國立臺灣大學博士論文. 臺灣 臺北。
23. Squire, G. R., S. M. O. Obaga, and C. O. Othieno. 1993. Altitude, temperature and shoot production of tea in the Kenyan highlands. Expt. Agric. 29: 107-120.
24. Tanton, T. W. 1979. Some factors limiting yields of tea. Expt. Agric. 15: 187-191.
25. Tanton, T. W. 1982a. Environmental factor affecting the yield of tea (*Camellia sinensis* L.) I. Effect of air temperature. Expt. Agric. 18: 47-52.
26. Tanton, T. W. 1982b. Environmental factor affecting the yield of tea (*Camellia sinensis* L.) II. Effect of soil temperature, day length, and dry air. Expt. Agric. 18: 53-63.
27. Wijeratne, M. A. 2001. Shoot growth and harvesting of tea. Tea Research Institute of Sri Lanka Talawakelle, Sri Lanka. p. 45.

Evaluation of Plant Growth and Yield of Yung-Kang Wild Tea Cultivated in Taitung Lowland

Hun-Yuan Cheng

Chin-An Yu¹

Summary

The purpose of this study was to investigate the effects of Yung-Kang wild tea on the plant growth characteristics and shoot yield, and to evaluate its adaptability to the environment. It can provide reference for breeding resources, economic cultivation and development of new flavor teas. Experimental wild species and cultivars were including Yung Kang wild tea, Nan Fong wild tea, Dah-Yeh Oolong, Chin-Shin Oolong, TTES No.8, TTES No.12, TTES No.18, TTES No.19 and TTES No.20. According to the experimental results, different years and tea seasons, due to differences in climate, affect the plant growth and yield of tea tree, and reach significant differences. Yung-Kang wild tea has strong growth vigor and canopy wide plant characteristics. The shoot density was higher than that of large and small leaf type cultivars. Its germinate characteristics belong to the bud number type, which can still germinate during the low temperature period in winter, and was higher than summer and autumn tea seasons. The 100-shoot weight was lower than the large leaf type cultivar TTES No.8, similar to TTES No.18, and has high and low levels with small leaf type cultivars, high yield and stability, and can maintain high yield in the environment of climate adversity. It has good environmental adaptability in lowland cultivation and can be used as a germplasm for screening of stress-resistant cultivars.

Key words: Yung-Kang wild tea, Growth, Yield

1. Former Associate Agronomist, Assistant Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan R.O.C.

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

表一、不同年度間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹植株性狀及產量之比較

Table 1 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the plant characteristics and yield in different years

品種	年度	樹高	樹寬	萌芽密度	百芽重	產量
Cultivar	Year	Tree height	Tree width	Shoot density	100-shoot weight	Yield
		cm	cm	buds/900cm ²	g	g/plant
YK	2004	58.6c	48.1d	50.1d	97.4b	27.1d
	2005	61.1bc	57.0c	53.6c	109.2a	50.9c
	2006	63.0b	72.7b	67.2b	95.5b	63.9b
	2013	88.2a	130.2a	82.8a	91.0b	249.3a
DY	2004	75.9a	81.0c	32.2b	108.9b	29.7b
	2005	75.5a	85.4b	33.1b	122.3a	40.0a
	2006	70.2b	94.3a	39.8a	109.6b	31.9b
CH	2004	68.1a	77.2c	50.8b	70.7b	28.8c
	2005	68.1a	83.2b	53.9b	80.0a	55.5a
	2006	62.7b	95.2a	62.4a	70.9b	42.5b
T12	2004	82.9c	95.6d	49.0b	103.2ab	64.1b
	2005	87.6b	108.4c	48.6b	108.2a	92.4a
	2006	82.8c	120.3b	63.0a	99.7b	87.3a
	2013	98.0a	124.1a	53.7b	100.6ab	97.9a
YKL	2011	97.1a	126.5bc	47.2ab	100.5a	180.3b
	2012	92.4b	124.1c	44.2bc	95.4a	185.6b
	2013	91.1b	129.4b	46.7ab	97.2a	186.3b
	2014	86.8c	135.3a	39.4c	102.6a	155.5b
	2015	86.5c	135.9a	50.5a	95.1a	220.1a
YKO	2011	97.9a	119.5cd	42.5bc	102.1a	150.5b
	2012	89.3b	118.3d	41.1bc	98.9a	126.7c
	2013	89.3b	123.7bc	43.4b	101.1a	196.1a
	2014	86.6bc	127.8ab	38.5c	102.8a	133.1bc
	2015	84.2c	130.4a	53.3a	80.3b	189.8a
NF	2011	94.9a	102.5b	40.3a	103.2a	94.4b
	2012	89.4b	106.2b	35.4b	93.6a	103.3b
	2013	85.9c	114.0a	32.4b	100.9a	128.4a
	2014	80.7d	115.1a	33.0b	102.5a	90.4b
	2015	80.7d	117.2a	43.9a	95.8a	113.8ab
T8	2011	107.0a	133.9d	28.2b	135.9a	149.8c
	2012	105.8ab	137.4cd	25.8bc	119.9b	131.2c
	2013	102.7bc	146.1a	25.2c	137.3a	199.0ab
	2014	102.0c	141.2bc	24.8c	138.6a	179.6b
	2015	98.7d	144.0ab	35.3a	112.8b	224.2a
T18	2011	102.7a	108.3d	31.2b	112.1a	103.5c
	2012	97.8b	113.6c	30.3b	101.2b	99.1c
	2013	94.8bc	118.2bc	30.3b	109.3a	141.5b
	2014	91.8cd	123.4a	28.6b	110.8a	136.6b
	2015	88.9d	122.9ab	38.1a	97.7b	172.2a
T19	2011	101.4a	138.3a	36.5ab	83.6a	100.5ab
	2012	99.0ab	138.8a	35.4b	80.8a	107.0a
	2013	97.4b	139.7a	34.8bc	84.2a	102.4ab
	2014	94.5c	139.3a	30.6c	82.5a	64.8c
	2015	88.0d	139.4a	39.8a	71.8b	90.6b
T20	2011	104.4a	146.5b	39.5b	39.5b	118.2b
	2012	103.0a	147.8b	38.0b	38.0b	135.3b
	2013	101.9a	154.6a	37.6b	37.6b	170.1a
	2014	96.1b	154.2a	40.0b	40.0b	127.5b
	2015	94.1b	149.6ab	44.4a	44.4a	193.3a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

YK: Yung-Kang wild tea; DY: Dah-Yeh Oolong; CH: Chin-Shin Oolong; T12: TTES No. 12

NF: Nan-Fong wild tea; T8: TTES No. 8; T18: TTES No. 18; T19: TTES No. 19; T20: TTES No. 20

L: lanceolate; O: oval-shaped

表二、不同茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹植株性狀及產量之比較

Table 2 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the plant characteristics and yield in different tea seasons

品種	茶季	樹高	樹寬	萌芽密度	白芽重	產量
Cultivar	Tea season	Tree height	Tree width	Shoot density	100-shoot weight	Yield
		cm	cm	buds/900cm ²	g	g/plant
YK	春	59.6b	64.4b	55.8b	113.8a	73.4b
	夏	65.5a	68.9a	53.6b	99.1b	69.5b
	秋	67.2a	72.3a	66.0a	102.8b	86.2a
	冬	66.8a	71.8a	68.1a	81.0c	73.7b
DY	春	66.5c	78.7c	32.6b	106.6c	27.1c
	夏	77.0a	86.5b	30.7b	147.2a	30.0bc
	秋	78.7a	93.3a	38.9a	117.4b	41.1a
	冬	73.2b	89.1ab	37.9a	83.1d	36.9ab
CH	春	60.2c	77.7c	53.7b	71.8b	31.9c
	夏	69.1a	85.7b	46.0c	97.5a	45.2b
	秋	70.7a	91.5a	59.6ab	74.8b	53.0a
	冬	65.2c	86.1b	63.6a	51.3c	39.0b
T12	春	77.4d	100.8c	52.5b	114.2b	58.9c
	夏	88.4b	110.8b	44.3c	137.5a	111.3a
	秋	94.4a	116.9a	55.4b	89.2c	87.4b
	冬	85.3c	113.2b	62.0a	72.1d	76.9b
YKL	早春	85.6b	123.1b	36.0d	102.7b	101.9c
	春	92.5a	126.9b	36.2d	119.1a	138.0b
	夏	92.1a	132.6a	45.0c	103.9b	218.2a
	夏1	92.6a	134.0a	48.7bc	96.7bc	228.3a
YKO	秋	93.8a	133.0a	53.1ab	88.8c	224.1a
	冬	88.0b	131.8a	54.7a	77.8d	199.5a
	早春	83.0b	114.0c	35.8c	107.5a	84.8e
	春	92.5a	122.0b	33.5c	110.1a	112.8d
YFO	夏	91.1a	125.1ab	44.3b	104.2a	179.5bc
	夏1	93.0a	128.5a	46.0b	92.8b	203.5a
	秋	92.0a	127.6ab	54.2a	84.7c	195.4ab
	冬	85.3b	126.5ab	48.9b	83.0c	176.3c
NF	早春	79.7b	102.8c	29.7b	105.7b	61.3c
	春	89.5a	112.8ab	31.2b	125.1a	94.8b
	夏	87.8a	111.4b	40.5a	95.5bc	118.9ab
	夏1	89.9a	119.4a	38.6a	93.2c	114.8ab
T8	秋	88.8a	108.0bc	42.9a	89.3c	128.6a
	冬	82.1b	111.6b	39.3a	86.5c	123.7a
	早春	90.5d	130.4c	27.2c	129.6c	100.4e
	春	106.2b	142.8ab	19.1d	161.3a	139.2d
T18	夏	106.8ab	143.9ab	28.3bc	142.8b	166.9c
	夏1	108.5ab	145.0a	30.6ab	124.3cd	203.3b
	秋	109.8a	141.5ab	30.3ab	118.0d	180.4bc
	冬	97.4c	139.4b	31.9a	97.5e	232.7a
T19	早春	85.4d	109.8b	26.4c	116.1b	79.7d
	春	102.4a	120.3a	20.0d	141.7a	93.7d
	夏	97.5b	112.9b	32.8b	114.4b	119.1c
	夏1	97.2b	120.9a	34.6b	92.1c	134.3bc
T20	秋	98.9b	119.5a	36.4ab	90.3cd	146.7b
	冬	89.7c	120.3a	40.1a	82.8d	174.4a
	早春	89.6c	132.4b	29.8c	87.7b	54.9d
	春	100.6a	142.2a	27.9c	100.1a	111.6b
T12	夏	100.1ab	142.0a	38.3ab	92.8b	135.4a
	夏1	99.0ab	141.8a	41.3a	75.2c	123.5ab
	秋	97.6b	138.3a	36.2b	69.4d	73.8c
	冬	89.5c	137.9a	39.1ab	58.4e	82.3c
YK	早春	88.6d	142.6b	32.0b	84.4b	53.3d
	春	101.2b	150.8a	32.5b	96.0a	134.2c
	夏	106.2a	154.8a	43.5a	90.7a	181.7b
	夏1	107.0a	153.6a	42.3a	73.1c	223.4a
NF	秋	104.2ab	151.9a	43.5a	62.9d	148.1c
	冬	92.2c	149.5a	45.9a	60.7d	135.2c

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

The abbreviations of cultivars are same as table 1.

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

表三、不同年度及茶季間永康山茶與小葉栽培種樹高之比較

Table 3 Comparison of Yung-Kang wild tea and small-leaf cultivars on the tree height in different years and tea seasons

年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 Yung-Kang Wild tea	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	臺茶 12 號 TTES No.12
			----cm----		
2003 (2)	秋 1	62.5c	81.3ab	77.3b	82.8a
	秋 2	57.7c	63.0ab	78.0b	85.3a
2004 (3)	春	54.8c	69.4a	63.5b	72.3a
	夏 1	60.9d	83.0b	72.9c	89.4a
	夏 2	60.6d	89.0b	78.4c	99.9a
	秋 1	59.4d	78.7b	69.9c	86.6a
	秋 2	62.8d	80.8b	71.0c	89.4a
	冬	59.2d	72.6b	66.0c	83.3a
2005 (4)	晚冬	51.3d	60.6b	56.0c	67.4a
	春	56.0d	67.2b	60.5c	77.3a
	夏 1	59.3d	74.2b	66.6c	87.2a
	秋 1	67.0d	83.0b	76.2c	99.0a
	冬	63.1d	77.5b	69.3c	86.9a
2006 (5)	春	57.1c	63.0b	56.5c	76.4a
	夏 1	64.7c	73.9b	67.8c	89.0a
	夏 2	64.5c	74.1b	69.9bc	89.3a
	秋 1	63.0c	74.4b	66.0c	85.5a
	秋 2	63.9c	70.7b	62.5c	83.1a
	冬	66.0b	69.3b	60.3c	80.4a
2007 (6)	夏 1	73.5c	87.9b	75.7c	97.7a
2008 (7)	晚冬	66.1b			76.9a
	春	59.1b	57.5b	57.0b	70.5a
2013 (12)	春	81.5b			89.8a
	夏 1	88.5b			97.4a
	夏 2	87.1b			112.1a
	秋 1	91.8b			120.9a
	秋 2	91.1b			95.9a
平均	幼木期	60.9d	73.9b	66.3c	84.4a
	成木期	88.2b			98.0a
相關係數	與產量	0.927**	0.372	0.325	0.543**

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2004-2006、成木期 Mature stage: 2013

():括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

表四、不同年度及茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹樹高之比較

Table 4 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the tree height in different years and tea seasons

年度	茶季	永康山茶	永康山茶	南鳳山茶	臺茶 8 號	臺茶 18 號	臺茶 19 號	臺茶 20 號
Year	Tea season	披針	橢圓	NF	T8	T18	T19	T20
		YKL	YKO					
---cm---								
2010 (3)	早春	89.9a	84.4ab	86.3ab	88.1ab	87.5ab	84.3b	86.0ab
	春	93.1ab	86.8b	88.1b	97.0a	93.3ab	97.4a	92.9ab
	夏 1	105.4ab	102.5ab	104.0ab	106.7ab	100.6b	113.3a	109.6ab
	秋 2	111.8a	109.2b	109.0b	120.3a	109.5b	120.8b	120.4a
	冬	92.2c	92.5c	92.6c	108.7a	100.5b	99.5b	100.2b
2011 (4)	春	91.3ab	86.2c	86.8c	93.3a	89.3bc	92.9ab	94.5a
	夏 1	101.3c	103.1bc	106.7abc	108.8abc	114.6a	107.5abc	111.5ab
	夏 2	96.8bc	100.8b	92.5c	114.6a	100.6b	109.2a	115.4a
	秋 1	95.6b	102.3ab	97.2b	109.2a	108.5a	102.5ab	109.6a
	秋 2	103.4bc	102.9bc	97.4c	115.4a	109.2ab	103.3bc	101.9bc
冬	94.4b	92.2bc	88.9c	98.5a	94.2b	93.1b	93.8b	
2012 (5)	早春	89.4ab	87.4bc	83.8c	91.9a	86.8bc	90.0ab	86.3bc
	春	93.1c	89.5c	91.8c	111.3a	105.8ab	103.9b	105.8ab
	夏 1	93.5de	89.2e	92.3de	107.5ab	97.3cd	101.4bc	111.3a
	秋 1	95.2bcd	93.7cd	90.8d	107.1a	99.2bc	101.0ab	106.6a
	秋 2	95.3c	90.0c	94.3c	117.1a	105.0b	104.6b	115.4a
冬	87.7cd	86.0d	83.6d	99.8a	92.5bc	93.2b	92.5bc	
2013 (6)	早春	85.0cd	80.4de	77.6e	89.1abc	86.8bc	92.5a	90.8ab
	春	93.3bc	94.6b	86.8c	105.4a	103.3a	103.8a	101.4a
	夏 1	89.8c	87.8c	86.5c	107.1a	99.3b	100.3b	107.9a
	夏 2	92.1c	91.7c	91.1c	101.4ab	92.4c	100.5b	107.5a
	秋 1	96.7b	92.4b	90.6b	110.4a	97.3b	97.4b	106.1a
秋 2	89.8c	89.0c	82.8d	102.5a	89.5c	89.8c	97.5b	
2014 (7)	晚冬	88.1b	84.4c	82.3c	92.8a	88.4b		
	春	81.0b	80.0b	77.2b	87.8a	85.4a	86.4a	86.4a
	夏 1	87.4cd	89.0c	80.8d	105.3a	93.6bc	100.3ab	93.6bc
	夏 2	91.5bc	93.8bc	83.9c	106.3a	98.8ab	99.5ab	99.6ab
	秋 1	88.9d	87.8d	83.3d	109.6a	90.3cd	99.3bc	106.4ab
秋 2	90.1cd	92.6bcd	84.8d	111.7a	97.5bc	97.3bcd	103.1ab	
冬	82.0c	76.5d	74.3d	91.5a	85.2bc	84.5bc	87.3ab	
2015 (8)	早春	81.3bc	81.0bc	74.0d	88.6a	78.8cd	86.0ab	85.0ab
	春	87.7cd	86.3d	81.3d	100.4a	94.8ab	87.8cd	93.6bc
	夏 1	89.1cde	83.6e	83.9de	98.8a	91.3bc	90.0cd	96.8ab
	夏 2	91.2c	89.6c	87.2c	115.0a	95.6c	91.7c	105.0b
	秋 1	83.8b	82.3bc	77.0c	94.5a	85.5b	85.5b	94.3a
冬	86.1bc	82.7cd	80.8d	94.9a	87.3bc	87.0bc	90.0ab	
2016 (9)	晚冬	86.8bc	84.3c	77.9d	99.2a	89.0b		
平均	幼木期	94.7d	93.6de	92.2e	106.4a	100.2c	100.2c	103.7b
	成木期	88.1d	86.7d	82.4e	101.1a	91.8c	93.3c	97.3b
相關係數	產量	0.186	0.165	0.133	0.024	-0.281	0.294	0.334*

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2011-2012、成木期 Mature stage: 2013-2015

The abbreviations of cultivars are same as table 1.

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

表五、不同年度及茶季間永康山茶與小葉栽培種樹寬之比較

Table 5 Comparison of Yung-Kang wild tea and small-leaf cultivars on the tree width in different years and tea seasons

年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 Yung-Kang Wild tea	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	臺茶 12 號 TTES No.12
----cm----					
2003 (2)	秋 1	40.9c	84.9a	76.3b	90.8a
	秋 2	39.6d	80.8b	72.8c	89.3a
2004 (3)	春	43.5c	70.2b	68.2b	78.6a
	夏 1	48.8c	84.6b	80.5b	101.0a
	夏 2	48.5c	85.1b	79.3b	103.8a
	秋 1	49.2c	85.0b	81.3b	101.6a
	秋 2	49.5c	89.3b	81.8b	103.2a
	冬	51.0c	84.2b	78.9b	101.3a
2005 (4)	晚冬	44.4c	70.0b	71.4b	87.5a
	春	52.2c	78.8b	75.7b	98.6a
	夏 1	54.7c	82.6b	80.6b	107.9a
	秋 1	62.8c	93.4b	92.3b	116.3a
	冬	60.6c	86.9b	84.2b	110.8a
2006 (5)	春	66.2c	87.0b	89.1b	110.0a
	夏 1	73.8c	92.3b	95.8b	119.2a
	夏 2	80.2c	96.3b	101.2b	127.2a
	秋 1	75.8c	101.6b	100.8b	130.3a
	秋 2	76.5c	97.8b	98.1b	126.9a
	冬	75.9c	96.1b	95.2b	120.8a
2007 (6)	夏 1	92.3b	99.8b	96.5b	128.2a
2008 (7)	晚冬	87.7b			116.0a
	春	82.6c	94.8b	91.2b	122.8a
2013 (12)	春	131.5a			128.9a
	夏 1	131.1a			134.3a
	夏 2	132.9a			128.3b
	秋 1	130.4a			131.8a
	秋 2	128.0a			126.5a
平均	幼木期	59.5d	86.9b	85.2c	108.1a
	成木期	130.2a			124.1b
相關係數	與產量	0.954**	0.334	0.381	0.527*

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2004-2006、成木期 Mature stage: 2013

():括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

表六、不同年度及茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹樹寬之比較

Table 6 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the tree width in different years and tea seasons

年度	茶季	永康山茶 披針	永康山茶 橢圓	南鳳山茶 NF	臺茶 8 號 T8	臺茶 18 號 T18	臺茶 19 號 T19	臺茶 20 號 T20
Year	Tea season	YKL	YKO	NF	T8	T18	T19	T20
---cm---								
2010 (3)	早春	98.9b	83.3c	80.7c	107.1ab	82.5c	115.4a	117.9a
	春	102.0bc	89.5cd	82.4d	102.0bc	83.9d	120.4a	115.8ab
	夏 1	109.6b	100.8bc	92.5c	113.3b	90.4c	135.0a	132.1a
	秋 2	115.4b	106.3bc	100.2c	132.1a	100.0c	137.9a	142.9a
	冬	117.8ab	113.3ab	92.8b	131.7ab	153.6a	127.5ab	130.8ab
2011 (4)	春	114.6b	100.6c	94.2c	116.7b	92.5c	115.4b	130.4a
	夏 1	121.3c	112.9c	109.7c	134.2b	115.2c	137.9ab	146.7a
	夏 2	129.6cd	119.2d	98.1e	137.5bc	100.4e	142.5ab	150.8a
	秋 1	131.7c	127.5c	108.3d	137.1bc	112.1d	147.5ab	158.3a
	秋 2	136.7bc	130.4c	102.9e	136.7bc	115.8d	142.9ab	148.8a
冬	125.0bc	126.3b	101.7d	141.3a	113.3cd	143.8a	144.2a	
2012 (5)	早春	117.5bc	109.2c	94.2d	127.9ab	107.5c	131.7a	132.9a
	春	118.3b	113.3b	104.2c	140.0a	114.6b	143.3a	145.4a
	夏 1	129.2b	121.7bc	109.2d	145.8a	109.6cd	145.0a	152.1a
	秋 1	124.6cd	123.8cd	116.3d	136.7bc	120.8d	140.4ab	152.1a
	秋 2	126.3cd	119.6de	103.6e	144.6ab	111.3de	138.8bc	160.0a
冬	128.8ab	122.1bc	109.6c	129.2ab	117.9bc	133.8ab	144.6a	
2013 (6)	早春	121.3c	112.1cd	105.8d	136.7b	117.1cd	136.7b	150.8a
	春	128.8b	123.8bc	112.9c	150.0a	123.3bc	146.3a	154.2a
	夏 1	131.7bc	122.1cd	112.5d	141.3b	111.7d	139.6b	160.0a
	夏 2	131.7cd	125.4de	120.3de	148.8ab	115.4e	139.6bc	155.0a
	秋 1	131.7bcd	129.2cd	116.3d	147.5ab	123.0cd	138.8abc	152.5a
秋 2	131.3bc	130.0bcd	116.3d	152.5a	118.8cd	137.5b	155.0a	
2014 (7)	晚冬	129.6ab	125.4b	111.7c	142.5a	118.5bc		
	春	134.6bc	122.1de	108.3e	136.8bc	126.7cd	140.8ab	151.3a
	夏 1	133.8bc	128.3cd	114.6d	146.3ab	122.5d	144.6ab	157.9a
	夏 2	136.7b	134.6b	112.9c	145.0ab	117.9c	143.3b	155.0a
	秋 1	137.9bc	128.3cd	123.3d	144.2ab	122.1d	137.5bc	151.4a
秋 2	136.3b	130.8bc	115.0d	140.8b	125.0cd	136.3b	152.1a	
冬	132.5b	122.5bc	116.7c	133.8b	126.3bc	133.3b	157.5a	
2015 (8)	早春	127.8b	125.8b	111.7c	134.0b	105.0c	137.5ab	147.5a
	春	132.5cd	131.7cd	122.5e	143.3ab	125.8de	139.2bc	150.0a
	夏 1	135.8bc	127.9c	124.2c	150.0ab	125.0c	139.6abc	156.3a
	夏 2	144.2bc	137.5cd	128.8d	158.3a	134.2cd	144.2bc	151.3ab
	秋 1	134.2abc	128.0bc	102.3d	138.0ab	122.5c	135.0abc	146.3a
冬	141.3a	131.7ab	113.8c	140.4a	125.0bc	141.3a	146.3a	
2016 (9)	晚冬	128.1b	124.6b	106.3c	144.6a	120.6b		
平均	幼木期	125.3c	118.9d	104.3f	135.6b	110.9e	138.6b	147.2a
	成木期	133.5d	127.3e	115.4g	143.8b	121.5f	139.5c	152.8a
相關係數	產量	0.474**	0.667**	0.369*	0.606**	0.464**	0.434**	0.550**

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2011-2012、成木期 Mature stage: 2013-2015

The abbreviations of cultivars are same as table 1.

():括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

表七、不同年度及茶季間永康山茶與小葉栽培種萌芽密度之比較

Table 7 Comparison of Yung-Kang wild tea and small-leaf cultivars on the shoot density in different years and tea seasons

年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 Yung-Kang Wild tea	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	臺茶 12 號 TTES No.12
---buds/30×30 cm---					
2003 (2)	秋	23.2a	14.1b	25.3a	27.0a
2004 (3)	春	48.7b	36.4c	60.4a	48.0b
	夏 1	46.9a	30.4b	47.9a	43.8a
	夏 2	51.7a	28.4c	44.8b	43.3b
	秋 1	53.1a	36.3b	52.2a	56.0a
	秋 2	61.1a	36.4b	64.5a	60.4a
	冬	51.6a	25.8c	42.9b	48.2ab
2005 (4)	春	50.3a	28.2b	49.1a	43.9a
	夏 1	47.4a	29.4b	42.5a	42.6a
	秋 1	49.9a	32.8b	50.2a	44.7a
	冬	68.4ab	41.8c	73.8a	63.3b
2006 (5)	春	60.0a	33.3c	51.5b	64.7a
	夏 1	62.6a	32.4c	47.7b	47.1b
	夏 2	72.7a	46.4b	69.2a	62.7a
	秋 1	85.3a	47.4c	76.4ab	68.8b
	秋 2	68.7a	38.5c	66.0ab	57.1b
	冬	63.8ab	46.1b	74.1a	71.5a
2007 (6)	秋 2	63.5a			47.4b
2008 (7)	春	87.4a	40.1d	58.4c	70.2b
	夏 1	62.1a	41.3b	62.1a	60.1a
2009 (8)	早春	92.9a	47.8c	66.8b	51.8c
	春	74.7a	37.6c	55.7b	44.5c
2013 (12)	春	78.3a			54.3b
	夏 1	58.6a			49.8b
	夏 2	84.6a			41.8b
	秋 1	85.6a			39.0b
	秋 2	108.8a			68.0b
2014 (13)	春	63.1a			43.3b
	夏 1	55.3a			38.5b
	夏 2	68.9a			49.3b
平均	幼木期	57.3a	35.0c	55.7ab	53.5b
	成木期	82.8a			53.7b
相關係數	與產量	0.494**	0.448*	0.301	-0.316

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2004-2006、成木期 Mature stage: 2013

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

表八、不同年度及茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹萌芽密度之比較

Table 8 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the shoot density in different year and tea season

年度	茶季	永康山茶 披針	永康山茶 橢圓	南鳳山茶	臺茶 8 號	臺茶 18 號	臺茶 19 號	臺茶 20 號
Year	Tea season	YKL	YKO	NF	T8	T18	T19	T20
---buds/30×30 cm---								
2010 (3)	早春	36.5b	45.8a	32.3bc	26.8cd	23.3d	26.0cd	28.3cd
	春	44.5a	38.0ab	34.3bc	29.3cd	23.3d	29.8cd	31.3bc
	夏 1	40.0a	38.8ab	35.0ab	17.8c	23.0c	31.8b	33.3ab
	秋 2	44.5ab	45.8a	41.0ab	24.8d	32.3c	29.0cd	39.0b
	冬	52.3a	48.8a	41.0b	26.3d	36.3bc	33.8c	37.5bc
2011 (4)	春	41.0a	38.8ab	37.0ab	25.8c	29.8c	27.0c	32.8bc
	夏 1	34.8a	31.3a	32.8a	16.0c	14.8c	25.3b	30.5ab
	夏 2	54.5a	46.0ab	48.0ab	31.5c	34.8c	40.8bc	41.3bc
	秋 1	48.0a	45.2ab	43.3ab	37.8bc	33.0c	47.3a	49.3a
	秋 2	50.8a	44.3ab	43.5ab	23.5d	34.8bc	29.3cd	40.3abc
	冬	54.3a	49.8ab	37.0c	34.5c	40.0c	49.8ab	43.3bc
2012 (5)	早春	35.0ab	36.5a	27.0bcd	24.3d	26.0cd	31.5abcd	32.8abc
	春	41.5a	40.3a	29.3b	18.3c	19.8bc	25.5bc	27.8bc
	夏 1	41.0a	34.5ab	41.3a	29.5b	34.3ab	36.8ab	38.0a
	秋 1	55.0a	47.3b	36.3cd	29.3e	35.0de	41.5bcd	42.0bc
	秋 2	45.3a	45.0a	40.8ab	19.5d	28.8c	34.5bc	37.5b
	冬	47.5a	43.0ab	38.0bc	34.3c	38.5bc	42.5ab	50.0a
2013 (6)	早春	37.3a	31.3ab	25.5bc	22.0c	24.3bc	31.0abc	29.0abc
	春	34.3a	24.5b	24.8b	11.5c	12.3c	23.3b	26.8ab
	夏 1	45.0a	45.5a	34.0bc	21.0d	32.0c	38.8abc	43.3ab
	夏 2	54.5a	51.3a	36.3b	32.3b	37.0b	43.0ab	43.5ab
	秋 1	52.8a	58.3a	37.8b	33.0b	30.8b	34.8b	37.8b
	秋 2	56.5a	49.8ab	36.5cd	31.3d	45.8abc	37.8bcd	45.3abc
2014 (7)	晚冬	39.3a	39.0a	28.5bc	36.3ab	22.0c		
	春	24.3a	23.8a	21.8a	24.3a	22.0a	21.5a	24.8a
	夏 1	24.8b	26.5b	22.8bc	17.0c	19.5bc	22.5bc	35.5a
	夏 2	36.3ab	36.5ab	32.8abc	23.8c	25.8bc	29.5bc	42.5a
	秋 1	45.0a	41.8ab	33.0cde	27.5e	32.5de	37.3bcd	39.3abc
	秋 2	55.5ab	58.8a	44.8bc	32.3c	44.0bc	38.0c	52.5ab
	冬	50.8a	44.0ab	42.8ab	24.3d	27.8cd	35.0bc	45.8a
2015 (8)	早春	42.5ab	48.5a	37.0bc	39.5abc	30.0c	38.0abc	40.5abc
	春	45.5ab	45.0ab	46.5a	32.5b	33.8ab	42.8ab	41.8ab
	夏 1	48.3abc	59.0a	46.5abc	35.8c	37.3c	45.8bc	52.5ab
	夏 2	41.0a	44.5a	44.0a	26.0b	35.5ab	37.3a	37.3a
	秋 1	61.3ab	64.8a	47.5c	43.0c	43.5c	44.5c	49.3bc
	冬	64.5a	58.0ab	42.0bcd	35.0cd	48.5abc	30.3d	45.3bcd
平均	幼木期	45.7a	41.8b	37.8cd	27.0f	30.8e	36.0d	38.8c
	成木期	45.5a	45.1a	36.4c	28.4e	32.3d	35.0c	40.7b
相關係數	產量	0.639**	0.552**	0.401*	0.527**	0.656**	0.428**	0.512**

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2011-2012、成木期 Mature stage: 2013-2015

The abbreviations of cultivars are same as table 1.

():括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

表九、不同年度及茶季間永康山茶與小葉栽培種百芽重之比較

Table 9 Comparison of Yung-Kang wild tea and small-leaf cultivars on the 100-shoot weight in different years and tea seasons

年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 Yung-Kang Wild tea	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	臺茶 12 號 TTES No.12
			----g----		
2003 (2)	秋	83.0c	141.5a	91.8c	112.3b
2004 (3)	春	88.9c	124.3a	77.6c	110.9b
	夏 1	105.4b	155.2a	96.1b	150.9a
	夏 2	90.3c	125.0a	81.0c	108.6b
	秋 1	90.9a	70.8b	52.1c	67.9b
	秋 2	81.5b	99.0a	53.3c	73.5b
	冬	104.5a	85.3b	57.0c	83.3b
2005 (4)	春	130.3a	88.3b	57.0c	118.2a
	夏 1	107.7c	141.1a	97.8c	127.4b
	夏 2	144.2b	172.7a	116.8c	127.0bc
	秋 1	144.0b	175.5a	107.9d	124.1c
	冬	57.1c	84.3a	57.1c	63.0b
2006 (5)	春	130.0a	107.3b	80.8c	108.0b
	夏 1	87.4b	145.3a	98.7b	144.9a
	夏 2	81.3b	111.3a	50.8d	70.3c
	秋 1	77.3b	106.0a	64.3c	73.5bc
	秋 2	83.8a	84.3a	56.8b	77.3a
	冬	84.3a	79.9ab	39.8c	72.3b
2007 (6)	秋 1	58.6c	139.6a	68.0c	92.5b
	秋 2	73.0a			61.2b
2008 (7)	春	94.6a	78.5b	49.8c	72.8b
	夏 1	90.3b	113.3a	75.3c	93.1b
2009 (8)	早春	101.4a	110.1a	70.0b	112.9a
	春	108.6a	116.4a	80.0b	112.5a
2013 (12)	春	92.6b			125.6a
	夏 1	100.8b			135.1a
	夏 2	78.9b			131.8a
	秋 1	95.5a			107.8a
	秋 2	75.0a			67.6a
2014(13)	春	84.0b			115.9a
	夏 1	78.9b			125.0a
	夏 2	76.4b			93.1a
平均	幼木期	100.7b	113.6a	73.8c	103.7b
	成木期	91.0b			100.6a
相關係數	與產量	-0.343	0.501*	0.599**	0.440*

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$. 幼木期 Young stage: 2004-2006、成木期 Mature stage: 2013

():括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

表十、不同年度及茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹百芽重之比較

Table 10 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the 100-shoot weight in different years and tea seasons

年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 披針 YKL	永康山茶 橢圓 YKO	南鳳山茶 NF	臺茶 8 號 T8	臺茶 18 號 T18	臺茶 19 號 T19	臺茶 20 號 T20
					---g---			
2010 (3)	早春	131.5ab	112.5bc	133.3ab	153.0a	127.8b	88.8c	91.3c
	春	105.0bc	112.0bc	112.3bc	153.0a	149.3a	117.0b	96.0c
	夏 1	104.8bcd	112.8bc	113.8bc	145.3a	120.8b	87.5d	99.5cd
	秋 2	103.3b	104.0b	102.8b	125.3a	102.8b	94.0b	77.5c
	冬	89.3cd	95.0c	98.5c	136.5a	115.0b	82.0d	80.5d
2011 (4)	春	103.0bc	119.3ab	99.8bc	136.8a	127.3a	87.5c	84.5c
	夏 1	124.5c	109.0cd	147.3b	188.5a	157.3b	111.5cd	101.3d
	夏 2	106.5bc	109.8bc	99.5cd	140.3a	117.0b	82.3e	86.5de
	秋 1	94.0b	92.0bcd	92.5bc	110.3a	78.3de	79.3cde	70.5e
	秋 2	102.0b	103.5b	92.5b	141.0a	102.0b	77.0c	76.5c
	冬	73.0bc	79.0bc	87.5ab	98.5a	91.0ab	64.0c	60.5c
2012 (5)	早春	108.5b	105.5b	103.0bc	124.0a	114.5ab	77.5d	88.0cd
	春	104.0b	102.0b	111.0b	144.0a	131.0a	109.5b	107.0b
	夏 1	106.0abc	108.0ab	91.5bc	115.0a	103.5abc	92.0bc	90.0c
	秋 1	99.5ab	100.0ab	92.0bc	116.5a	96.5bc	81.5cd	67.0d
	秋 2	78.0bc	78.5bc	89.5b	122.5a	87.5b	66.0cd	54.5d
	冬	76.5b	99.5a	74.5b	97.5a	74.0bc	58.5cd	55.0d
2013 (6)	早春	105.0cd	119.5bc	105.5cd	152.5a	125.5b	97.5d	91.0d
	春	127.0bc	131.5bc	126.0bc	168.5a	142.5ab	99.5c	106.0c
	夏 1	94.0c	90.0c	92.0c	162.5a	121.5b	96.5c	94.5c
	夏 2	94.5bc	97.5bc	104.0b	127.5a	101.5b	79.0c	78.0c
	秋 1	85.5c	91.0bc	99.0b	116.0a	93.0bc	71.5d	68.0d
	秋 2	77.0b	77.0b	79.0b	97.0a	71.5bc	61.0c	62.5c
2014 (7)	晚冬	80.5c	81.0bc	82.0bc	116.0a	99.0ab		
	春	108.5b	112.5b	117.0b	145.5a	124.0ab	109.0b	104.5b
	夏 1	113.5c	113.3c	120.5bc	156.5a	130.0b	77.0d	74.5d
	夏 2	106.0bc	118.5bc	99.5bc	170.0a	120.0b	104.0bc	101.0c
	秋 1	98.5b	99.0b	84.0bcd	140.0a	90.5bc	70.5d	73.0cd
	秋 2	99.8b	90.5b	97.5b	116.5a	105.5ab	72.5c	64.0c
	冬	89.5ab	83.0abc	96.5ab	103.0a	95.0ab	62.0c	78.0bc
2015 (8)	早春	88.5ab	80.5abc	103.0a	89.0ab	89.0ab	67.0bc	54.0c
	春	126.5ab	94.5d	120.5b	149.0a	147.5a	103.0cd	91.0d
	夏 1	107.0b	94.5bc	95.0bc	126.0a	110.0ab	89.0c	81.5c
	夏 2	97.0b	75.5d	93.5bc	127.0a	93.5bc	65.5d	77.0cd
	秋 1	78.5ab	60.0bc	68.0bc	94.0a	63.5bc	60.0bc	51.5c
	冬	73.0a	76.5a	95.0a	91.5a	82.5a	46.5b	47.5b
平均	幼木期	98.0c	100.5c	98.4c	127.9a	106.7b	82.2d	78.4d
	成木期	98.3cd	94.7cd	99.8c	129.6a	105.9b	79.5e	77.6e
相關係數	產量	-0.348*	-0.575**	-0.301	-0.464**	-0.609**	0.231	-0.221

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2011-2012、成木期 Mature stage: 2013-2015

The abbreviations of cultivars are same as table 1.

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

臺東永康山茶平地栽培之植株生育及產量評估

表十一、不同年度及茶季間永康山茶與小葉栽培種產量之比較

Table 11 Comparison of Yung-Kang wild tea and small-leaf cultivars on the yield in different years and tea seasons

年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 Yung-Kang Wild tea	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	臺茶 12 號 TTES No.12
----g/plant----					
2003 (2)	秋	8.8c	19.9b	24.6b	38.8a
2004 (3)	春	17.9c	42.2b	38.5b	54.6a
	夏 1	35.7b	28.8b	41.2b	103.0a
	夏 2	21.8c	37.4b	29.5bc	71.6a
	秋 1	21.2b	27.8b	20.0b	54.7a
	秋 2	28.1b	35.0b	31.6b	68.1a
	冬	33.6b	20.1c	15.8c	44.1a
2005 (4)	春	43.3a	20.5b	26.9b	43.9a
	夏 1	32.9b	22.1b	35.1b	93.1a
	秋 1	62.2c	60.2c	86.4b	119.7a
	冬	68.3b	59.2b	73.7b	112.8a
2006 (5)	春	60.5a	18.6b	30.3b	63.1a
	夏 1	72.9b	39.1c	59.4b	143.3a
	夏 2	74.5b	51.3c	63.8bc	116.8a
	秋 1	70.9a	35.4b	52.6ab	72.3a
	秋 2	77.9b	48.0c	52.8bc	118.6a
	冬	50.4b	34.5bc	27.5c	70.5a
2007 (6)	秋 1	73.6a			78.5a
	秋 2	55.2b			80.1a
2008 (7)	春	63.2a	32.2b	22.4b	62.1a
	夏 1	95.3a	36.6b	44.3b	116.9a
2009 (8)	早春	90.8a	38.7b	35.4b	77.4a
	春	81.9a	39.8b	34.0b	95.2a
	夏 1	110.1b	67.7c	35.9d	188.5a
2013 (12)	春	280.0a			89.3b
	夏 1	211.8a			97.4b
	夏 2	295.9a			125.9b
	秋 1	294.5a			108.1b
	秋 2	210.9a			83.5b
2014 (13)	春	236.2a			100.5b
	夏 1	200.5a			126.1b
	夏 2	251.1a			118.5b
平均	幼木期	47.5b	33.8d	42.3c	81.2a
	成木期	249.3a			97.9b

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2004-2006、成木期 Mature stage: 2013

():括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

表十二、不同年度及茶季間永康山茶及南鳳山茶與栽培種茶樹產量之比較

Table 12 Comparison of Yung-Kang wild tea, Nan-Fong wild tea and cultivated cultivars on the yield in different years and tea seasons

年度 Year	茶季 Tea season	永康山茶 披針 YKL	永康山茶 橢圓 YKO	南鳳山茶 NF	臺茶 8 號 T8	臺茶 18 號 T18	臺茶 19 號 T19	臺茶 20 號 T20
--g/plant--								
2010 (3)	早春	114.5a	50.3c	75.9b	79.2b	82.2b	29.8c	34.8c
	春	116.5a	65.2c	67.1c	108.2ab	54.2c	81.3bc	56.6c
	夏 1	167.6a	128.0b	107.7bc	97.2cd	78.9d	106.1bc	95.1cd
	秋 2	186.5a	128.5b	103.8bcd	126.0bc	102.1bcd	53.5d	76.3cd
	冬	91.2a	72.6ab	82.5a	91.1a	88.0a	55.1bc	44.8c
2011 (4)	春	74.2a	38.0c	40.6c	65.4ab	63.0ab	55.8abc	48.1bc
	夏 1	160.1a	95.8c	100.9bc	132.2ab	109.2b	112.5bc	123.8bc
	夏 2	227.8a	185.8b	114.3c	173.4b	108.8c	126.5c	106.9c
	秋 1	133.6ab	137.3ab	68.9c	117.2b	74.6c	82.5c	156.9a
	秋 2	249.2a	239.4a	116.8bc	143.8b	106.2c	60.6d	113.8bc
	冬	236.9ab	206.6bc	124.8d	267.0a	159.4d	165.3cd	159.5d
2012 (5)	早春	100.4a	81.1b	44.0c	81.8b	54.4c	42.3c	44.3c
	春	149.9a	84.1cd	72.7d	111.8bc	73.8d	111.3bc	136.8ab
	夏 1	209.7a	118.1b	106.1b	135.3b	96.6b	144.6b	135.6b
	秋 1	284.9a	192.1c	125.3d	177.1cd	125.6d	201.1bc	258.1ab
	秋 2	187.7a	148.4ab	123.7bc	113.9bc	112.1bc	88.8c	139.8b
	冬	181.2a	136.7ab	148.0ab	167.1a	132.3ab	54.0c	97.5bc
2013 (6)	早春	130.0a	118.3a	76.8bc	98.7ab	80.6bc	62.5c	53.7c
	春	110.3a	158.8a	136.5a	110.1a	90.7a	130.6a	136.8a
	夏 1	234.0a	236.4a	153.3b	190.5ab	155.7b	147.5b	261.3a
	夏 2	245.7a	258.1a	154.8b	274.7a	152.3b	131.3b	256.3a
	秋 1	185.7abc	196.5ab	129.3cd	223.4a	169.0abc	66.3d	140.0bc
	秋 2	211.9b	208.4b	119.8cd	296.7a	200.5b	76.3d	172.5bc
2014 (7)	晚冬	127.1b	113.6b	44.6c	209.6a	84.8bc		
	春	91.9ab	77.1ab	71.3b	138.6a	135.9a	51.8b	73.2b
	夏 1	103.8b	87.6b	70.8b	165.7a	92.8b	77.5b	97.4b
	夏 2	162.3ab	139.6abc	83.3c	130.0abc	84.7c	102.5bc	188.2a
	秋 1	228.1a	210.1a	79.2b	226.2a	163.9ab	76.3b	221.1a
	秋 2	229.5a	189.5ab	150.0ab	205.5ab	158.1ab	42.5c	135.5b
	冬	117.6abc	95.0abc	87.9bc	211.9a	184.2ab	38.3c	49.5c
2015 (8)	早春	113.9ab	126.5ab	96.7ab	172.9a	105.5ab	66.3b	61.1b
	春	159.9ab	137.5ab	67.5b	239.8a	108.9ab	106.3ab	181.6ab
	夏 1	239.9a	215.6ab	120.8d	207.1abc	145.8bcd	143.7cd	257.9a
	夏 2	270.1a	242.4a	141.7bc	262.1a	205.6ab	81.8c	223.7ab
	秋 1	318.1a	205.0bcd	139.6cd	275.0ab	240.9abc	116.5d	262.5ab
	冬	218.7a	211.9a	116.7ab	188.3a	226.3a	29.0d	173.3ab
平均	幼木期	183.0a	138.6b	98.8d	140.5b	101.3d	103.8d	126.7c
	成木期	187.0ab	178.8bc	115.3e	200.5a	147.9d	90.1f	165.2c

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

幼木期 Young stage: 2011-2012、成木期 Mature stage: 2013-2015、2015 秋 1、冬產量：機採

The abbreviations of cultivars are same as table 1.

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

鄭混元

摘要

本試驗目的在於探討不同茶樹品種在遮蔭環境之生育情形，以及對製茶品質的影響，藉以了解不同茶樹品種遮蔭適應性，做為茶園遮蔭設施應用之參考依據。試驗處理包括 (A) 遮蔭設施 (70%)、(B) 遮蔭設施 (50%)、(C) 對照區 (無遮蔭 CK)。結果顯示，茶園架設高架式水平黑色遮蔭網設施，氣溫隨著遮蔭度增加而降低，相對濕度則增加，而且達到減少光度之效果。尤其在高溫炎熱及焚風發生時，無遮蔭區氣溫明顯高於遮蔭區，當相對濕度愈低時，遮蔭區增濕現象特別明顯。遮蔭能夠促進茶樹冠面的擴展，葉片數、芽長、採摘芽長、節間徑、節間長、葉長、寬與面積以遮蔭區大於無遮蔭區，葉厚則呈現相反的變化。遮蔭區萌芽密度較低，百芽重較高，茶芽含水量則稍大於或相近於無遮蔭區。六月白及秋茶遮蔭可以提高產量，以永康山茶遮蔭區有較高產量，大葉烏龍以 50% 遮蔭產量較高，青心烏龍及臺茶十二號大致上以遮蔭區有較高的產量，夏茶及白露遮蔭區產量相近或低於無遮蔭區，但並未呈現顯著的差異。四個品種以遮蔭區製成蜜香綠茶呈現較佳的品質，遮蔭效果則以秋茶大於夏茶。

關鍵字: 茶樹、遮蔭、微氣候、生育、品質

前言

茶樹原生長於濕熱多雨的熱帶、亞熱帶山林中，逐漸形成喜溫、好濕、喜蔭、喜漫射光等生物學特性，茶樹栽培把茶樹從林中搬出單獨種植，改變了原先的生態環境，這必然影響茶樹生育及茶葉品質 (田等, 2001)。由於夏季強光和高溫乾旱不利於優質茶葉的形成，夏秋季茶普遍存在滋味苦澀、品質不佳 (程, 1982)，所以常利用各種栽培管理及加工方式來改善，其中茶樹設施栽培，即利用各種人為設施，改變局部微氣候，在一定範圍內調節茶樹生長的環境條件，以促進茶芽早發、增進茶葉品質或提高茶葉產量等，從而獲得較高的經濟效益 (唐等, 2008)。而遮蔭設施是一種簡便易行的農藝措施，可以有效改善茶園微環境，利用遮蔭設施栽培來改變茶園微氣候，在夏季達到降溫、增濕及減少日照之效果，以提高茶菁及茶葉品質，特別對改善夏秋茶品質具有明顯的作用 (鄭及范, 2005)。一般使用方式及資材為隧道式黑色遮蔭網進行短期遮蔭，經 14 天後採摘製茶，茶樹經遮蔭後芽葉長度縮短、節間變短、節間徑變小及葉片變薄、葉綠素及粗纖維含量增加 (馮及徐, 1983、1987、1988；吳及朱, 1999)。茶樹芽葉化學成分含量亦因遮蔭處理而產生變化，可溶分、多元酚、兒茶素及可溶糖含量呈現下降，總氮、總游離胺基酸及咖啡因含量則增加 (陳, 1985；吳及朱, 1999)，同時具有改善綠茶及包種茶品質之效果 (馮及徐, 1983、1987、1988；陳, 1985；吳及朱, 1999)。不同顏色遮蔭網對茶葉品質有不同的影響，黑色遮蔭網覆蓋對製茶品質有利，乾

茶色澤更綠，澀味減少，白色遮蔭網覆蓋則對內質及乾茶色澤不利（李等，2003）。茶園遮蔭設施栽培有正面的效果，但也產生一些負面的效應，例如產量下降，唯遮蔭之目的在於提高製茶品質，因此，對整體效益影響不大（馮及徐，1987）。遮蔭後茶園微氣候變化為氣溫下降，可以降低土壤的地表溫度，提高茶園土壤含水量，有效的降低茶樹的旱害發生（張等，2004a；鄭及范，2004；鄭等，2015；Rajkumar et al., 2002）。

利用隧道式黑色遮蔭網改善夏季茶菁原料及茶葉品質，因茶芽遮蓋時機及時間不易掌握，裝拆費時費工，通風不良，茶園管理作業操作不便利。鄭及范（2005）在茶園架設高架式水平黑色遮蔭網，夏季能夠達到降低氣溫且減少光度，冬季期間尚有保溫的效果，而且通風良好，具有改善茶葉品質的效果。利用水平方式遮蔭顯著改善夏暑季茶園的水熱條件，能夠避免連續高溫乾旱天氣對茶樹造成的熱害和旱害，降低雜草的生長，並且明顯穩定夏暑季茶園的樹冠層溫度（張等，2004a；李等，2011）。茶樹經遮蔭後葉片及其表皮層、柵狀組織及海綿組織的厚度變薄，葉面積增大，柵/海比值變小（張等，2004a）。以及茶多酚、粗纖維和咖啡因含量明顯降低，胺基酸含量則明顯提高，兒茶素品質組成分得以優化，新梢含水率明顯提高，並且持嫩性獲得改善，經適度遮蔭可以提高夏暑茶的產量和品質（張等，2004b；翁及張，2005）。唐等（2008）指出應針對不同茶樹品種的耐蔭特性、樹勢、新梢萌育情況，選擇合適的遮蔭材料及適宜的遮蔭時間，以遮光度不顯著影響茶樹生長為宜。茶園遮蔭是改善丘陵茶園夏秋季茶葉品質最有效的措施之一，但長期遮蔭對茶葉品質形成的影響則有待進一步研究（秦等，2011）。

目前茶樹栽培品種以青心烏龍及臺茶十二號為主，尤其青心烏龍由於製茶品質優異，各茶區均有栽培，為臺灣栽培面積最多的品種，大約佔 60-70%，適合製造烏龍茶及包種茶，具有蘭花香、桂花香等品種香，但抗病蟲害能力及抗旱性較弱，屬晚生種。臺茶十二號為茶業改良場育成的品種，又名金萱，樹勢強，高產，採摘期長，茶樹生長旺盛，耐枝枯病，抗旱性強，全臺各主要茶區均有種植，生長情形良好，適製烏龍茶及包種茶，具奶香味，也是製成蜜香綠茶的優良品種，屬中生種。大葉烏龍適製清香半球形包種茶，製茶品質相當優異，外觀色澤烏黑，具光澤帶有明顯白毫，茶湯水色明亮呈金黃色，香氣幽雅帶特殊的芳醇香味，水軟甘甜、苦澀味少，滋味媲美高山茶，深受茶界及消費者的喜愛，已成為花東茶區的特色品種，也是蜜香紅茶適製品種，以花蓮縣瑞穗鄉舞鶴茶區為主要產地（鄭及范，2013a）。永康山茶為原生於臺東之野生茶樹，由於製茶具有特殊的滋味及香氣，為保有原生之特性，直接利用製茶可成為另類新的特色產品，是值得開發之在地茶產品，經製作紅茶品質優良，製作包種茶及綠茶具有特殊香味，滋味微苦甘醇似蕈類香菇鮮味，在每次製茶均能穩定呈現出來，其品質特徵與栽培種及其他臺灣山茶有所區別（鄭及范，2013b），目前已經命名為臺茶 24 號。花東茶區主要產製包種茶，隨著時代潮流及社會變遷，必須開發多樣化的茶類，增加市場的競爭力，符合消費者更多的選擇。由於花東茶區氣溫高日照強之氣候條件，產製綠茶時兒茶素含量高，可以提高夏秋茶的產值，而且環境條件有利於蜜香綠茶的生產，且具有市場區隔性，這些地方特色茶類的發展，可以帶動茶區的繁榮，增加茶農的收益。

由於全球氣候變遷的影響，異常氣候現象呈現逐年遞增之趨勢，以致氣象災害發生頻繁，尤其夏季氣溫有偏高之趨勢，甚至常造成乾旱缺水現象，使得茶葉產製受到影響，有待以新的栽培技術來因應全球氣候變遷所引發之氣候逆境，並建立防護措施。其次茶葉產製面臨夏秋茶季高溫強日照的現象，需要因應改善茶園微氣候環境，營造適合茶樹的生長環境，藉以改善夏秋茶季茶葉品質，並且培育健康的茶樹。此外，高山產製之茶葉品質較佳，茶價高，以致過度開發山坡地，造成山林生態環境的破壞，影響茶業永續經營，若能於平地就能培育出具有高山茶特色的茶葉，就可以減少山坡地的過度開發，所以建立平地茶樹高山化的栽培技術更顯得重要。因此，本試驗目的在於探討不同茶樹品種在遮蔭環境之生育情形及其對製茶品質的影響，藉以了解不同茶樹品種遮蔭適應性，

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

做為茶園遮蔭設施應用之參考依據。

材料與方法

一、材料

本試驗研究在臺東縣鹿野鄉龍田臺地茶業改良場臺東分場（北緯 22°54'37"、東經 121°07'25"）試驗茶園進行，海拔 175 公尺。試驗品種包括野生栽培種永康山茶，栽培品種大葉烏龍、青心烏龍及臺茶十二號。遮蔭設施係於茶園架設高架式水平黑色遮蔭網，高度 240 公分，茶行為南北走向。遮蔭網的網孔密度分別為 70 及 50% 的 PE（聚乙烯）黑色平織遮光網，具有遮光率 70 及 50%。

二、方法

- (一) 試驗處理: (A) 遮蔭設施 (70%)、(B) 遮蔭設施 (50%)、(C) 對照區 (無遮蔭 CK)。
- (二) 試驗設計: 採用逢機完全區集設計 (RCBD)，三處理，三重複，三行區，每行十株茶樹。
- (三) 調查項目:

分別於 2004 至 2009 年在夏及秋茶季進行各處理茶園微氣候、植株性狀、芽葉性狀、萌芽密度、百芽重、產量及製茶品質調查分析。夏及秋茶季合計調查 4 次，分別為第一次夏茶（夏茶）、第二次夏茶（六月白）、第一次秋茶（秋茶）、第二次秋茶（白露）。文中部分表格缺值為葉片數及芽長未進行調查，亦有部分年度不同品種因旱害以致萌芽密度及產量未列入記錄。

1. 茶園微氣候觀測

於夏秋茶季試驗期間觀測不同遮蔭處理之氣溫、相對濕度及光照強度。觀測方法是於茶樹行間設置百葉箱，測定氣溫及相對濕度（StowAway Co.），以及距離茶樹冠面 30 公分放置光度記錄器（HOBO）進行氣象資料收集，記錄每小時溫濕度及光度的變化，由 BoxCar Pro 3.51 軟體定期讀出觀測資料進行分析。

2. 植株性狀: 測量樹高及樹寬，隨機量取 3 處計算平均值。

- (1) 樹高: 量測地面至枝條最高部位。
- (2) 樹冠: 係調查茶樹枝葉擴展寬度，選擇樹冠生育整齊之茶櫬為調查點。

3. 芽葉性狀: 茶芽及葉片農藝性狀，每重複調查 10 個芽葉。

- (1) 芽長: 測量全芽長度，由芽葉基部至頂端之長度。
- (2) 採摘芽長: 測量一心三葉茶芽之枝葉基部至頂端長度。
- (3) 葉片數: 計算茶芽之葉片數。
- (4) 節間徑: 第二及第三節間枝梗直徑。
- (5) 節間長: 第一葉腋至第二葉腋及第二葉腋至第三葉腋之長度。
- (6) 葉長: 測量第二葉、三葉片最長之長度。
- (7) 葉寬: 測量第二葉、三葉片最寬之寬度。
- (8) 葉面積: 葉長×葉寬×0.7。
- (9) 葉厚: 以厚度計測量葉片中間主脈兩旁厚度。

4. 萌芽密度、百芽重、茶芽含水量、產量

- (1) 萌芽密度: 以 30 cm×30 cm 密度框，測量計算樹冠中心茶芽數，隨機量取 3 處計算平均值。
- (2) 百芽重: 測量 100 個採摘茶芽之鮮重。
- (3) 茶芽含水量: 取茶芽秤取鮮重 (FW) 後置入 80°C 烘箱，於烘乾 72 小時後秤取乾重 (DW)，由公式 $(FW - DW) / FW$ ，計算茶芽含水量。

(4) 產量: 茶樹產量為調查小區面積內的產量, 換算為單株產量。

5. 製茶品質

於夏及秋茶季採製綠茶、條形包種茶及蜜香綠茶, 並進行感官品評, 秤取茶葉 3 公克, 沖泡於 150 毫升之沸水中 5 分鐘, 品評項目分為形狀 (10%)、色澤 (10%)、水色 (20%)、滋味 (30%) 及香氣 (30%) (阮, 1995a)。本試驗品評小組由 5 位具有多年從事茶業研究及品評工作之研究人員所組成。綠茶及條形包種茶製程係依據茶業技術推廣手冊 (製茶篇) 規範, 條形包種茶: 茶菁→日光萎凋→室內萎凋及攪拌→炒菁→揉捻→初乾→再乾→成品 (阮, 2005b)。綠茶製程: 茶菁→炒菁→揉捻→初乾→再乾→成品 (張, 2005)。蜜香綠茶: 茶菁原料→室內靜置萎凋→炒菁→揉捻→靜置回潤→乾燥→成品 (陳等, 2004)。

三、資料分析

上述分析資料利用 Costat 6.1 統計分析, 先進行變方分析, 處理間達 5% 顯著差異時, 再以最小顯著性差異測驗法 (LSD) 比較各處理間之差異。

結果與討論

一、茶園微氣候觀測

茶園架設高架式水平黑色遮蔭網設施栽培, 氣溫隨著遮蔭度增加而降低, 相對濕度則增加, 而且達到減少光度 56-65% 之效果 (圖一)。尤其在高溫炎熱及焚風發生時, 茶園有無遮蔭微氣候變化更明顯, 無遮蔭區氣溫明顯高於遮蔭區, 當相對濕度愈低時, 遮蔭區增濕現象特別明顯, 可以提升 7-9% (圖二)。張等 (2004a) 指出遮蔭能夠顯著降低夏暑季茶樹冠層溫度, 增加相對濕度, 縮短溫濕度日較差, 從而改善茶園水熱條件, 避免連續的高溫炎熱天氣對茶樹造成的熱害和旱害, 一般溫度越高, 遮蔭降溫效果越佳 (張等, 2004b; 翁及張, 2005)。本試驗不同遮蔭處理微氣候變化有相同的結果。付等 (2001) 指出在夏秋茶季遮蔭可以避免高溫乾旱逆境對茶樹的衝擊, 明顯降低光照強度, 有利於茶葉品質的改善。

二、植株性狀:

(一) 樹高:

夏秋茶季永康山茶樹高以 70% 遮蔭區大於 50% 遮蔭區及無遮蔭區, 而且在部分年度處理間達到顯著的差異, 大葉烏龍樹高則以 50% 遮蔭區及無遮蔭區大於 70% 遮蔭區, 在大部分年度處理間並未達到顯著的差異, 青心烏龍及臺茶十二號在部分年度以遮蔭區大於無遮蔭區, 但並未達到顯著的差異 (表一)。

(二) 樹冠:

夏秋茶季永康山茶樹冠以遮蔭區大於無遮蔭區, 而且以 70% 遮蔭區樹冠最寬廣, 在部分年度處理間達到顯著的差異, 大葉烏龍樹高則以 50% 遮蔭區及無遮蔭區大於 70% 遮蔭區, 在大部分年度處理間並未達到顯著的差異, 青心烏龍在部分年度以遮蔭區大於無遮蔭區, 但幾乎未達顯著的差異, 臺茶十二號則以 70% 遮蔭區大於無遮蔭區, 而且在部分年度處理間達到顯著的差異 (表一)。

由上述結果可以看出遮蔭對茶樹的生育具有提升的效果, 尤其對茶樹冠面的擴展呈現明顯的作用, 四個品種 (系) 對遮蔭的反應呈現相同的結果, 只是影響程度稍有差異。

三、芽葉性狀

(一) 茶芽性狀

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

夏茶有無遮蔭茶芽性狀大多未達顯著的差異，不同年度處理間葉片數、芽長、採摘芽長、節間徑因品種互有高低，並未有一致性的結果，以節間徑而言，永康山茶及臺茶十二號約略呈現遮蔭區大於無遮蔭區，大葉烏龍在有些年度呈現相反的變化，青心烏龍則不受影響。只有節間長大致上以遮蔭區大於無遮蔭區，四個品種（系）呈現相同的結果。六月白有無遮蔭致茶芽性狀的變化，雖然大多未達顯著的差異，但由不同年度處理間葉片數、芽長、採摘芽長、節間徑、節間長的變化，則約略呈現遮蔭區大於無遮蔭區，遮蔭區大致上以 50% 大於 70%，四個品種（系）呈現相同的結果（表二、三）。

秋茶有無遮蔭茶芽性狀的變化，雖然大多未達顯著的差異，但由不同年度處理間葉片數、芽長、採摘芽長、節間徑、節間長的變化，可看出以遮蔭區大於無遮蔭區，四個品種（系）呈現相同的結果，其中臺茶十二號處理間茶芽性狀相近。白露有無遮蔭茶芽性狀幾乎未達顯著的差異，不同年度處理間葉片數因品種互有高低，並未有一致性的結果，永康山茶及臺茶十二號芽長、採摘芽長及節間長普遍以遮蔭區大於無遮蔭區，大葉烏龍及青心烏龍則以 50% 遮蔭區及無遮蔭區大於 70% 遮蔭區，節間徑亦呈現相同的變化（表四、五）。

（二）葉片性狀

夏茶有無遮蔭葉片性狀大多未達顯著的差異，不同年度處理間葉長、寬、厚與面積因品種互有高低，並未有一致性的結果，其中臺茶十二號在大部分年度葉長、寬與面積以遮蔭區顯著大於無遮蔭區，其他三個品種（系）差異不大，葉厚則以無遮蔭區大於遮蔭區。六月白有無遮蔭葉片性狀大多未達顯著的差異，永康山茶、大葉烏龍及青心烏龍只有部分年度處理間呈現顯著的差異，臺茶十二號在部分年度葉長、寬與面積以遮蔭區顯著大於無遮蔭區，四個品種（系）呈現相同的結果，葉厚則以無遮蔭或 50% 遮蔭區大於 70% 遮蔭區（表六、七）。

秋茶有無遮蔭葉片性狀大多未達顯著的差異，永康山茶及青心烏龍只有部分年度處理間呈現顯著的差異，大葉烏龍、臺茶十二號則未達顯著的差異。整體而言，葉片性狀以遮蔭區大於無遮蔭區，四個品種（系）呈現相同的結果，葉厚則以無遮蔭或 50% 遮蔭區大於 70% 遮蔭區。白露有無遮蔭葉片性狀幾乎未達顯著的差異，青心烏龍及臺茶十二號遮蔭區葉長、寬、厚與面積大於無遮蔭區，大葉烏龍則呈現相反的變化，永康山茶互有高低，葉厚則以無遮蔭或 50% 遮蔭區大於 70% 遮蔭區（表八、九）。

由上述有無遮蔭茶芽及葉片性狀的變化顯示，茶樹水平遮蔭確實會影響茶芽生育，夏秋茶季氣溫高低、日照強弱，以及遮蔭程度及品種因素，皆影響茶芽及葉片性狀的表現。夏茶、白露氣溫及日照低於六月白、秋茶，品種（系）對遮蔭的反應並不相同，六月白及秋茶則呈現較為一致的變化，遮蔭對品種（系）的影響程度只有輕重之效果。整體而言，茶芽性狀以遮蔭區大於無遮蔭區，葉長、寬與面積以遮蔭區大於無遮蔭區，葉厚則以無遮蔭區大於遮蔭區。

馮等（1983）以隧道式黑色塑膠布遮蔭，茶芽節間短而細，葉較長且寬，葉薄柔軟，可提高茶菁品質（馮等，1979；馮及徐，1987）。吳及朱（1999）利用黑色遮蔭網在第二次夏茶及秋茶進行遮蔭，芽長縮短，節間變短，節間徑變細，葉片變薄，芽葉乾重顯著降低，以 80% 遮蔭最明顯，對葉片性狀的影響程度則因茶季而有不同的變化。本試驗利用水平遮蔭後茶樹芽葉性狀的表現與上述結果並不相同，只有葉厚呈現相同的結果。張等（2004a、2004b）指出夏暑烏龍茶園水平遮蔭後，茶樹芽梢生長速度加快，新梢萌發較整齊，芽長、節間長、葉面積增大，而且隨著遮蔭度的提高而呈現增大之趨勢，葉厚則變薄，新梢芽體變大，含水量提高，百芽重增加，葉質變軟，持嫩性增強。本試驗以水平遮蔭後茶樹芽葉性狀的變化大致有相同的結果，可能在於隧道式與水平遮蔭茶園微氣候變化幅度並不相同，茶樹芽葉生育亦受到影響，隧道式遮蔭為密閉空間，不利於茶園通風，光度

大受影響，水平遮蔭為開放式，茶園通風良好，光度影響較小。

四、萌芽密度、百芽重、茶芽含水量、產量

(一) 萌芽密度

夏茶有無遮蔭萌芽密度幾乎未達顯著的差異，不同年度處理間萌芽密度相近(表十)。六月白有無遮蔭萌芽密度大多未達顯著的差異，大葉烏龍、青心烏龍及臺茶十二號處理間以無遮蔭區大於遮蔭區(表十一)。

秋茶永康山茶萌芽密度未達顯著的差異，大葉烏龍及青心烏龍則以無遮蔭區大於遮蔭區，以 70% 遮蔭區最低，臺茶十二號並無顯著的差異(表十二)。白露萌芽密度以無遮蔭區大於遮蔭區，四個品種(系)呈現相同的結果(表十三)。

(二) 百芽重

夏茶有無遮蔭之百芽重幾乎未達顯著的差異，其中臺茶十二號以遮蔭區大於無遮蔭區，其他三個品種(系)百芽重則互有高低(表十)。六月白永康山茶遮蔭區百芽重大於無遮蔭區，而且部分年度達到顯著的差異，大葉烏龍則以 50% 遮蔭區大於 70% 遮蔭區及無遮蔭區，青心烏龍及臺茶十二號則因年度處理間互有高低(表十一)。

秋茶永康山茶、青心烏龍及臺茶十二號遮蔭區百芽重大於無遮蔭區，而且在部分年度達到顯著的差異，大葉烏龍則以 50% 遮蔭區大於 70% 遮蔭區及無遮蔭區(表十二)。白露永康山茶遮蔭區百芽重大於無遮蔭區，但並未達到顯著的差異，大葉烏龍則呈現相反的趨勢，青心烏龍及臺茶十二號處理間百芽重相近(表十三)。

(三) 茶芽含水量

茶樹有無遮蔭茶芽含水量幾乎未達顯著的差異，夏茶部分年度處理間以遮蔭區大於無遮蔭區，六月白、秋茶及白露處理間茶芽含水量相近(表十、十一、十二、十三)。

(四) 產量

夏茶永康山茶遮蔭區產量大於無遮蔭區，但並未達到顯著的差異，大葉烏龍處理間產量互有高低，70% 遮蔭產量低，青心烏龍及臺茶十二號產量以遮蔭區小於無遮蔭區(表十)。六月白永康山茶部分年度遮蔭區產量顯著大於無遮蔭區，大葉烏龍則以 50% 遮蔭區顯著大於無遮蔭區，青心烏龍及臺茶十二號大致上以遮蔭區有較高的產量(表十一)。

秋茶永康山茶遮蔭區產量大於無遮蔭區，但並未達到顯著的差異，大葉烏龍則以 50% 遮蔭區大於無遮蔭區，青心烏龍及臺茶十二號處理間產量因年度處理間互有高低(表十二)。白露永康山茶有無遮蔭產量互有高低，並未達到顯著的差異，大葉烏龍則以 50% 遮蔭區大於無遮蔭區，青心烏龍以無遮蔭區產量較高，臺茶十二號處理間產量因年度互有高低(表十三)。

由上述結果可以看出茶樹因遮蔭以致萌芽密度較低，百芽重較高，不同品種呈現相同的反應，只是影響程度稍有不同。遮蔭區茶芽含水量稍大於或相近於無遮蔭區。遮蔭對產量的影響因氣候及品種因素稍呈現不同的反應。六月白及秋茶遮蔭可以提高產量，永康山茶遮蔭區有較高產量，大葉烏龍以 50% 遮蔭產量較高，青心烏龍及臺茶十二號大致上以遮蔭區有較高的產量，或因年度處理間互有高低。夏茶及白露遮蔭區產量相近或低於無遮蔭區，但並未呈現顯著的差異，不同品種對遮蔭的反應稍有不同的變化。遮蔭區由於百芽重高於無遮蔭區，在茶芽含水量相近於無遮蔭區，而且萌芽密度不受遮蔭的影響，高於或相近於無遮蔭區，以致在夏及秋茶季產量呈現高於、相似或低於無遮蔭區，甚至在有些茶季或品種達到顯著的差異。

馮等(1979)以隧道式黑色塑膠布或尼龍網遮蔭，茶樹萌芽數減少，芽重減輕，春茶經遮蔭一周時，可略微提高產量，但處理間差異不顯著，遮蔭二周以上，則顯著降低產量，在夏茶及六月白遮蔭，產量隨著遮蔭度增加而減產(馮及徐，1987；馮及徐，1988；Yanase et al., 1974)。本試驗

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

以水平遮蔭後茶樹產量及百芽重並未呈現相同的結果，茶樹產量因年度或品種反而呈現相近或增加之趨勢，百芽重亦較高，萌芽密度則有相同的結果。張等（2004b）亦指出夏暑烏龍茶園適度水平遮蔭可以增產。

五、製茶品質

夏茶五月永康山茶無論製成綠茶、包種茶或蜜香綠茶，處理間皆未達顯著的差異，至七月製成綠茶品質以遮蔭區顯著優於無遮蔭區，大葉烏龍、青心烏龍及臺茶十二號處理間製茶品質皆未達顯著的差異，主要在於各個品質項目在處理間互有高低的影響，大葉烏龍及青心烏龍遮蔭區香氣較佳，但其他品質項目則低於無遮蔭區，以致合計品質未達到顯著的差異（表十四）。

秋茶永康山茶製成蜜香綠茶，以遮蔭區顯著優於無遮蔭區，製成綠茶或包種茶則無顯著的差異；大葉烏龍 50% 遮蔭區製成蜜香綠茶顯著優於無遮蔭區，製成綠茶或包種茶差異不顯著；青心烏龍製成蜜香綠茶及包種茶品質以遮蔭區顯著優於無遮蔭區，50% 遮蔭區製成綠茶有較佳的品質；臺茶十二號製成各種茶類以遮蔭區優於無遮蔭區，但只有九月製成蜜香綠茶達到顯著的差異（表十五）。

由上述製茶品質結果顯示，無論品種以遮蔭區製成蜜香綠茶呈現較佳的品質，製成綠茶或包種茶品質則因品種而有不同的結果，其中以青心烏龍在遮蔭區有利於品質的提升。遮蔭效果則以秋茶大於夏茶，可能在於夏茶五月尚未達到高溫炎熱之氣候型態，有無遮蔭製茶品質差異不大，其次七至八月正值氣溫高日照強之茶季，由於本試驗製茶次數較少，以致無法完整顯現此茶季之遮蔭效果，但由兩個茶季有無遮蔭製茶品質的結果，可以看出遮蔭是能夠提升製茶品質，特別對特色茶類蜜香綠茶具有顯著的效果，其水色蜜綠明亮、香氣蜜味濃郁、滋味滑潤具蜜香味。

結 論

由本試驗利用茶園架設高架式水平黑色遮蔭網栽培之茶葉產製模式，經過歷年春秋茶季調查的結果顯示，遮蔭能夠改善茶園微氣候，特別在高溫炎熱之夏秋茶季，以及乾旱焚風發生時可以調節氣候逆境之衝擊，對茶樹植株及芽葉生育具有促進效果，並不會造成減產，甚至可以達到增產之效果，以永康山茶最為明顯，而且能夠提升品質，尤其特色茶類之蜜香綠茶具有顯著的效果。高架式水平黑色遮蔭方式有利於田間操作管理，可以做為因應全球氣候變遷所引發之氣候逆境的茶園栽培管理措施，並且可以評估應用於低海拔茶區產製平地栽培高山化之茶類。

參考文獻

1. 田永輝、梁遠發、王國華、王家倫、周國藍、吳德民. 2001. 人工生態茶園生態效應研究. 茶葉科學 21: 170-174。
2. 付曉青、陳佩、秦志敏、肖潤林、楊知建. 2011. 遮蔭處理對丘陵茶園生態環境及茶樹氣體交換的影響. 中國學學通報 27: 40-46。
3. 阮逸明. 1995a. 茶葉品質鑑定法. pp. 45-64. 茶業技術推廣手冊（製茶篇）. 臺灣省茶業改良場編印。
4. 阮逸明. 1995b. 部分發酵茶製造法. pp. 9-30. 茶業技術推廣手冊（製茶篇）. 臺灣省茶業改良場編印。

5. 李文全、楊普香、黎小萍. 2003. 茶園遮蔭對茶樹新梢內含成分的影響. 中國茶葉 4: 19-20。
6. 李慧玲、張應根、王峰、張文錦. 2011. 不同時間茶園覆蓋遮蔭效應研究初報. 茶葉科學技術 3: 17-21。
7. 吳聲舜、朱德民. 1999. 遮蔭處理對茶樹芽葉生育與品質之影響. 臺灣茶業研究彙報 18: 23-43。
8. 唐顯、唐勁馳、黎健龍. 2008. 高溫乾旱季節茶園覆蓋遮蔭的綜合效應研究. 廣東農業科學 8: 26-29。
9. 翁伯琦、張文錦. 2005. 烏龍茶覆蓋遮蔭技術的研究. 廈門大學學報 (自然科學版) 44: 16-21。
10. 秦志敏、付曉青、尚潤林、黎星輝、王玉花、徐華勤. 2011. 不同顏色遮陽網遮光對丘陵茶園夏秋茶和春茶產量及主要生化成分的影響. 生態學報 31: 4509-4516。
11. 陳英玲. 1985. 遮蔭對茶葉化學成分之影響 (一). 臺灣茶業研究彙報 4: 81-88。
12. 陳惠藏、吳聲舜、陳信言. 2004. 小綠葉蟬吸食茶菁製茶試驗. 臺灣茶業研究彙報 23: 79-90。
13. 程啟坤. 1982. 茶化淺析. p. 296. 中國農科院茶葉研究所情報資料研究室編印。
14. 張連發. 1995. 綠茶製造法. pp. 1-4. 茶業技術推廣手冊 (製茶篇). 臺灣省茶業改良場編印。
15. 張文錦、梁月榮、張方舟、陳常頌、張應根、陳榮冰、翁伯奇. 2004a. 覆蓋遮蔭對烏龍茶產量、品質的影響. 茶葉科學 24: 276-282。
16. 張應根、陳常頌、張方舟、張文錦. 2004b. 遮蔭對夏暑烏龍茶葉片狀態的影響. 茶葉科學技術 3: 11-13。
17. 馮鑑淮、徐英祥、吳振鐸. 1979. 遮蔭對茶芽特性及化學成分與煎茶品質之研究. 臺灣農業 16: 65-75。
18. 馮鑑淮、徐英祥. 1983. 遮蔭度及遮蔭時間對茶芽特性、化學成分與煎茶品質的相關研究. 臺灣茶業研究彙報 2: 25-40。
19. 馮鑑淮、徐英祥. 1987. 遮蔭度對茶芽特性及產量與包種茶品質之研究. 臺灣茶業研究彙報 6: 15-24。
20. 馮鑑淮、徐英祥. 1988. 遮蔭度及遮蔭時間對茶芽特性及產量與包種茶品質之影響. 臺灣茶業研究彙報 7: 63-78。
21. 鄭混元、范宏杰. 2005. 遮蔭對野生茶樹生育及製茶品質之影響. 臺灣茶業研究彙報 24: 45-64。
21. 鄭混元、范宏杰. 2013a. 稀有地方茶樹品種芽葉特性及製茶品質比較研究. 臺灣茶業研究彙報 32: 1-20。
21. 鄭混元、范宏杰. 2013b. 台灣野生茶樹資源及其利用. 臺灣茶業研究彙報 32: 21-44。
22. 鄭混元、余錦安、范宏杰. 2015. 茶樹旱害影響因子及其對芽葉生育之影響. 臺灣茶業研究彙報 34: 63-86。
23. Rajkumar, R., Marimuthu, S., and Muraleedharan, N. 2002. Photosynthetic Efficiency of Sun and Shade Grown Tea Plants. S. L. J. Tea Sci. 67: 67-75.
24. Yanase, Y., Tanaka, S., Aono, H., and Sugii, S. 1974. Some effects of shade above the tea flushes on the yield and quality of green tea. Study of Tea 47: 48-52.

Effect of Shading on the Growth and Quality of Tea Trees in Summer and Autumn Tea Seasons

Hun-Yuan Cheng

Summary

The purpose of this experiment was to investigate the growth of different tea cultivars in the shading environment and the effect on the quality of tea, so as to understand the shading adaptability of different tea cultivars, as a reference for the application of shading facilities in tea gardens. The experimental treatments included (A) shading facilities (70%), (B) shading facilities (50%), and (C) Control plot (no shading CK). According to the experimental results, the tea garden was equipped with an elevated horizontal black shade networks. The temperature decreases with the increase of the shading, the relative humidity increases, and the effect of reducing the luminosity were achieved. Especially in the case of high temperature and foehn happen, the temperature in the no shading facilities was significant higher than that in the shading facilities. When the relative humidity was lower, the humidification phenomenon in the shading facilities was particularly obvious. Shading could promote the expansion of the canopy of tea trees. The leaf number, shoot length, plucking shoot length, internode diameter, internode length, leaf length, width and area were larger than that of no shading facilities, and the leaf thickness was shows opposite changes. The shoot density of the shading facilities was lower, the weight of the bud was higher, and the water content of the tea bud was slightly larger or closer to the no shading facilities. Yields can increase in shading facilities in June White and autumn tea season. Yong-Kung wild tea has higher yield in shading facilities, Day-Yeh oolong with 50% shading was higher yield, Chin-Shin Oolong and TTES No. 12 were roughly higher yields in shading facilities, yield of summer tea season and White Dew in shading facilities was similar or lower than the no shading facilities, but did not show significant differences. Four cultivars of the honey-flavor green tea made from the shading facilities, the quality was better. The shading effect of autumn tea season was greater than the summer tea season.

Key words: Tea tree, Shading, Microclimate, Growth, Quality

表一、遮蔭對茶樹植株生育之影響

Table 1 Effect of shading on the plant growth of tea tree

植株生育 Plant growth	茶季 Tea season	年度 Year	處理 Treatment	永康山茶 Yung-Kang wild tea	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	臺茶十二號 TTES No. 12
樹高 Tree height	夏茶 Summer tea	2004 5/18	70%	63.9a	80.5a	72.9a	92.0a
			50%	60.9a	83.8a	73.0a	85.9a
			CK	56.5a	85.5a	72.7a	90.9a
		2004 7/12	70%	67.2a	86.1a	80.1a	104.3a
			50%	58.3a	91.2a	79.9a	96.8b
			CK	54.0a	89.8a	73.7a	98.0b
		2005 5/9	70%	66.4a	74.1a	69.4a	91.1a
			50%	56.8a	72.4a	66.6ab	84.2a
			CK	54.4a	77.0a	62.3b	85.7a
		2006 5/26	70%	69.6a	69.4b	67.6a	91.0a
			50%	60.2b	76.9a	66.9a	85.8b
			CK	64.0ab	76.2a	69.7a	91.0a
	2006 7/18	70%	68.0a	91.6a	70.9a	86.9a	
		50%	62.0a	99.8a	70.8a	91.0a	
		CK	63.1a	98.0a	67.0a	90.2a	
	秋茶 Autumn tea	2004 9/9	70%	64.1a	72.2a	70.7a	86.7a
			50%	58.7a	80.0a	71.0a	87.1a
			CK	55.7a	82.0a	67.0a	85.7a
		2004 10/21	70%	68.1a	80.4a	69.8a	89.3a
			50%	62.1a	81.2a	72.1a	93.0a
			CK	55.7a	80.5a	71.2a	84.0a
		2005 9/14	70%	72.4a	82.7a	76.6a	100.6a
			50%	64.6ab	84.9a	78.3a	97.1a
			CK	62.3b	80.8a	72.3a	99.3a
2006 9/8		70%	65.2a	76.3a	65.3a	85.7a	
		50%	61.8a	72.7a	67.7a	84.2a	
		CK	61.3a	74.2a	64.7a	87.0a	
2006 10/31	70%	67.4a	75.0a	64.0a	82.9a		
	50%	61.7a	66.6b	62.0a	83.9a		
	CK	61.8a	70.3ab	61.2a	82.2a		
2007 8/30	70%	79.3a	82.3b	71.6a	98.7a		
	50%	71.7b	94.1a	78.3a	99.7a		
	CK	71.3b	87.0ab	77.8a	93.3a		
樹寬 Tree width	夏茶 Summer tea	2004 5/18	70%	53.2a	81.3a	83.6a	105.4a
			50%	49.2a	85.2a	78.6b	98.0a
			CK	41.5a	88.5a	79.0b	99.0a
		2004 7/12	70%	54.1a	82.0a	85.6a	107.9a
			50%	49.1ab	86.3a	75.9a	102.9ab
			CK	39.3b	88.0a	74.8a	98.8b
		2005 5/9	70%	62.7a	76.3b	82.9a	112.4a
			50%	54.7a	90.4a	80.8a	105.2b
			CK	44.9b	80.2ab	77.0a	105.0b
		2006 5/26	70%	77.6a	86.3a	96.9a	121.7a
			50%	74.9a	95.3a	95.7a	116.8a
			CK	66.5a	96.5a	94.5a	119.2a
	2006 7/18	70%	87.3a	91.6a	98.6a	129.6a	
		50%	78.2a	99.8a	104.0a	125.3a	
		CK	72.5a	98.0a	101.2a	126.5a	
	秋茶 Autumn tea	2004 9/9	70%	54.4a	82.0a	85.6a	105.6a
			50%	51.4ab	86.8a	80.7b	102.1ab
			CK	38.0b	86.8a	76.0c	94.8b
		2004 10/21	70%	56.1a	87.4a	87.3a	108.2a
			50%	50.0a	91.1a	79.0a	100.1b
			CK	38.7a	89.2a	77.8a	100.2ab
		2005 9/14	70%	69.6a	91.6a	92.6a	121.0a
			50%	63.1ab	95.4a	94.0a	114.4b
			CK	52.0b	93.2a	89.5a	112.0b
2006 9/8		70%	78.0a	98.8a	97.1a	133.4a	
		50%	76.4a	106.1a	102.7a	131.2a	
		CK	71.5a	99.0a	103.5a	124.0a	
2006 10/31	70%	77.4a	95.4a	97.8a	129.3a		
	50%	80.2a	99.6a	99.4a	124.9a		
	CK	69.7a	98.7a	96.7a	126.3a		
2007 8/30	70%	101.7a	82.2b	93.2a	128.8a		
	50%	92.6a	94.1a	98.7a	124.7a		
	CK	84.0b	87.0ab	98.2a	132.7a		

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

表二、夏茶遮蔭對茶樹茶芽性狀之影響

Table 2 Effect of shading on the shoot characteristics of tea tree in summer tea season

品種 Cultivar	年度 Year	處理 Treat- ment	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘芽長 Plucking shoot length	節間徑		節間長	
						Internode diameter		Internode length	
						— 1st	二 2nd	— 1st	二 2nd
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004 5/21	70%	no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
		50%	4.5a	16.0a	12.0a	1.43a	1.72a	1.43a	2.44a
		CK	4.5a	15.0a	11.6a	1.51a	1.79a	1.46a	2.21a
	2005 5/9	70%	4.6a	15.6a	11.8a	1.50a	1.76a	1.43a	2.36a
		50%	4.9a	18.7a	13.1a	1.46ab	1.81ab	1.42ab	2.78a
		CK	4.2b	16.7ab	13.0ab	1.55a	1.82a	1.77a	2.71a
	2006 5/26	70%	4.0b	16.1b	11.6b	1.36b	1.63b	1.25b	2.25a
		50%	4.1a	13.9a	10.6a	1.45a	1.76a	1.38a	2.24a
		CK	4.0a	13.5a	10.4a	1.50a	1.76a	1.24a	2.06a
	2008 5/15	70%	4.5a	15.2a	11.1a	1.44a	1.80a	1.01a	2.60a
		50%	3.6a	13.5a	11.2a	1.57a	1.91a	1.53a	2.32a
		CK	3.6a	13.9a	11.4a	1.55a	1.88a	1.49a	2.43a
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004 5/21	70%	3.7a	12.9a	10.9a	1.44a	1.77a	1.22a	2.19a
		50%	5.6b	21.2a	13.1a	1.83a	2.09b	2.21a	3.18a
		CK	5.5b	21.3a	13.4a	1.93a	2.16ab	2.24a	3.17a
	2005 5/9	70%	5.9a	21.4a	13.0a	1.94a	2.23a	2.03a	3.04a
		50%	4.6a	19.8a	10.9a	1.68b	1.96a	1.89b	3.55a
		CK	4.5a	19.0a	12.6a	1.72ab	1.95a	2.29a	3.38a
	2006 5/26	70%	4.6a	20.4a	14.0a	1.82a	2.05a	2.32a	3.70a
		50%	4.9a	19.6a	12.2a	1.67a	1.97a	1.59a	3.07a
		CK	5.2a	21.6a	12.6a	1.79a	2.04a	1.83a	3.01a
	2008 5/15	70%	5.2a	23.2a	13.3a	1.80a	2.09a	1.97a	3.57a
		50%	4.2a	16.3a	11.5a	1.69a	2.02a	1.79a	3.23a
		CK	4.5a	16.4a	11.3a	1.69a	2.03a	1.77a	3.00a
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004 5/21	70%	4.1a	16.4a	11.8a	1.71a	2.07a	1.86a	3.34a
		50%	5.1a	16.7a	10.9a	1.71a	1.95a	1.60a	2.49a
		CK	5.1a	15.8a	10.4a	1.75a	1.95a	1.63a	2.39a
	2005 5/9	70%	5.5a	17.1a	10.5a	1.71a	1.92a	1.57a	2.36a
		50%	4.3a	14.8a	11.4a	1.56a	1.81a	1.97a	3.09a
		CK	4.4a	16.2a	11.3a	1.58a	1.80a	1.85a	2.84a
	2006 5/26	70%	4.6a	16.3a	11.1a	1.64a	1.84a	1.67a	2.58a
		50%	5.1ab	17.8a	10.9a	1.64a	1.81a	1.55a	2.53a
		CK	5.2a	18.4a	10.6ab	1.78a	1.95a	1.67a	2.42a
	2008 5/15	70%	4.8b	16.6a	9.8b	1.59a	1.83a	1.28a	2.48a
		50%	4.5a	12.2a	9.3a	1.66a	1.93a	1.29a	1.79a
		CK	4.8a	13.3a	9.5a	1.65a	1.94a	1.20a	2.03a
臺茶十二號 TTES No. 12	2004 5/21	70%	4.3a	11.4a	9.1a	1.67a	1.95a	1.29a	1.83a
		50%	6.1a	25.4a	13.8a	1.95a	2.23a	2.43a	3.41a
		CK	6.2a	24.3a	13.6a	1.94ab	2.22a	2.33ab	3.47a
	2005 5/9	70%	6.1a	24.4a	12.8a	1.81b	2.06a	1.98b	3.35a
		50%	5.6a	25.6a	12.9a	1.73a	2.05a	2.00a	3.55a
		CK	5.3a	23.5a	12.6a	1.80a	2.05a	2.10a	3.49a
	2006 5/26	70%	5.3a	24.5a	12.7a	1.78a	1.98a	2.21a	3.51a
		50%	5.9a	27.5a	13.6a	1.86a	2.17a	2.17a	3.75a
		CK	5.7a	25.1a	13.0a	1.85a	2.10a	2.14a	3.52a
	2008 5/15	70%	5.9a	26.3a	12.8a	1.88a	2.16a	2.14a	3.47a
		50%	4.7a	16.7a	10.7a	1.64a	1.95a	1.51a	3.13a
		CK	4.7a	15.5a	10.5a	1.71a	1.98a	1.53a	2.89a
		CK	4.6a	15.5a	10.2a	1.67a	1.99a	1.42a	2.89a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

表三、六月白遮蔭對茶樹茶芽性狀之影響

Table 3 Effect of shading on the shoot characteristics of tea tree in June White

品種 Cultivar	年度 Year	處理 Treatment	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘芽長 Plucking shoot length	節間徑 Internode diameter		節間長 Internode length	
						—	二	—	二
						1st	2nd	1st	2nd
			no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004 7/12	70%	5.8a	15.9a	10.3a	1.55a	1.85a	0.86a	1.53a
		50%	5.7a	15.7a	9.9a	1.33a	1.67a	1.12a	1.58a
		CK	5.6a	15.0a	9.7a	1.63a	1.92a	0.94a	1.48a
	2005 7/27	70%	9.2a	30.3a	13.1a	1.94a	2.16a	1.44a	2.08a
		50%	8.9a	27.0ab	11.8ab	1.94a	2.25a	1.27a	1.77a
		CK	8.2a	22.6b	10.4b	1.85a	2.08a	1.02a	1.62a
	2006 7/18	70%	5.0a	17.5a	10.8a	1.37a	1.65a	1.07a	2.37a
		50%	5.1a	16.9ab	10.5a	1.43a	1.68a	1.08a	2.10b
		CK	4.7a	15.7b	10.4a	1.49a	1.77a	0.87a	1.88b
	2007 8/2	70%	—	—	8.4a	1.70a	2.00a	0.86a	1.25a
		50%	—	—	8.7a	1.57a	1.83a	0.83a	1.29a
		CK	—	—	5.7b	1.42a	1.66a	0.45b	0.76b
2009 7/31 A	70%	4.9a	18.8a	12.4ab	1.47a	1.81a	1.46a	2.85a	
	50%	4.8a	18.0a	13.0a	1.67a	2.01a	1.79a	2.95a	
	CK	4.3b	14.4b	11.1b	1.55a	1.81a	1.47a	2.38a	
2009 7/31 B	70%	4.8a	14.2a	9.8a	1.39a	1.64a	1.11a	2.02a	
	50%	4.7a	14.5a	10.2a	1.35a	1.64a	1.23a	2.22a	
	CK	4.5a	12.2a	9.5a	1.39a	1.65a	1.16a	1.99a	
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004 7/12	70%	5.9a	18.7a	10.7a	1.83b	2.04b	1.38b	2.16a
		50%	6.1a	21.3a	11.7a	1.99a	2.19a	1.63a	2.53a
		CK	6.0a	20.8a	11.6a	1.94ab	2.15ab	1.59a	2.45a
	2005 7/27	70%	8.7a	31.7a	13.1a	2.05a	2.23a	1.81a	2.90a
		50%	8.7a	31.6a	11.9a	2.04a	2.25a	1.53a	1.46a
		CK	8.5a	32.6a	11.9a	2.03a	2.22a	1.45a	2.07a
	2006 7/18	70%	5.0b	22.3a	12.1b	1.53b	1.80a	1.53a	3.43b
		50%	5.6a	24.1a	13.0a	1.67a	1.93a	1.69a	3.88a
		CK	5.1ab	21.0a	12.7ab	1.59ab	1.80a	1.78a	3.68ab
	2007 8/2	70%	—	—	9.7a	2.07ab	2.28a	1.32a	1.62a
		50%	—	—	10.7a	2.27a	2.48a	1.53a	2.02a
		CK	—	—	8.1b	2.04b	2.27a	0.89b	1.14b
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004 7/12	70%	5.7a	15.9a	9.3a	1.67a	1.85a	1.25a	1.81a
		50%	5.7a	16.6a	9.5a	1.72a	1.89a	1.28a	1.94a
		CK	6.0a	16.6a	9.3a	1.70a	1.90a	1.38a	1.92a
	2005 7/27	70%	9.4a	29.2a	10.8a	1.89a	2.09a	1.31ab	2.01b
		50%	9.6a	33.0a	10.9a	1.85a	2.10a	1.47a	2.35a
		CK	9.4a	32.0a	9.9b	1.85a	2.00a	1.18b	1.88b
	2006 7/18	70%	5.5a	15.8a	8.0a	1.32a	1.46a	0.88a	1.92a
		50%	5.3a	15.5a	8.4a	1.31a	1.50a	0.91a	1.94a
		CK	5.1a	16.0a	8.5a	1.40a	1.84a	1.07a	2.23a
	2007 8/2	70%	—	—	7.6a	1.87a	2.08a	0.93a	1.33a
		50%	—	—	7.1a	1.81a	2.05a	0.91a	1.29ab
		CK	—	—	6.1b	1.74a	1.92a	0.85a	1.06b
臺茶十二號 TTES No. 12	2004 7/12	70%	7.2a	25.2a	10.1a	1.78a	1.95a	1.41a	1.82a
		50%	7.5a	23.7a	10.0a	1.78a	1.97a	1.33a	1.91a
		CK	7.4a	23.2a	9.4a	1.80a	1.97a	1.27a	1.71a
	2005 7/27	70%	10.4a	33.9a	10.3a	1.79a	1.99a	1.30a	2.07a
		50%	10.3a	38.3a	10.9a	1.86a	2.03a	1.40a	2.20a
		CK	10.9a	36.9a	10.1a	1.73a	1.93a	1.33a	2.21a
	2006 7/18	70%	6.1b	23.4a	8.4a	1.48a	1.68a	1.01a	2.17a
		50%	6.6a	25.3a	9.2a	1.47a	1.68a	1.13a	2.43a
		CK	5.9b	22.0a	10.0a	1.53a	1.73a	1.23a	2.69a
	2007 8/2	70%	—	—	9.3a	1.88a	2.06a	1.18ab	1.61a
		50%	—	—	9.0a	1.87a	2.05a	1.32a	1.78a
		CK	—	—	7.7b	1.78b	1.96a	1.07b	1.48a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

A: 葉片為披針形、B: 葉片為橢圓形、—: 未調查

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

表四、秋茶遮蔭對茶樹茶芽性狀之影響

Table 4 Effect of shading on the shoot characteristics of tea tree in autumn tea season

品種	年度	處理	葉片數	芽長	採摘芽長	節間徑		節間長		
						Internode diameter		Internode length		
						—	二	—	二	
Cultivar	Year	Treat-ment	number	length	shoot length	1st	2nd	1st	2nd	
			no.	cm	cm	---mm---		---cm---		
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004	70%	4.9ab	12.4a	9.0a	1.55a	1.85a	0.94a	1.38a	
		9/3	50%	5.2a	12.5a	8.8a	1.61a	1.89a	1.03a	1.43a
		CK	4.6b	10.3a	7.9a	1.62a	1.91a	0.74a	1.16a	
	2005	70%	6.0a	24.2a	14.1a	1.77a	1.97a	2.27a	3.27a	
		9/18	50%	6.2a	23.0a	12.9a	1.74a	1.97a	1.89a	2.95a
		CK	6.2a	19.9b	12.0a	1.73a	1.97a	1.68a	2.63a	
	2006	70%	4.7a	13.6a	9.9a	1.42a	1.80a	1.18a	2.05a	
		9/8	50%	4.8a	14.5a	10.1a	1.48a	1.75a	1.31a	2.05a
		CK	4.6a	12.2b	8.5b	1.42a	1.70a	0.80b	1.50b	
	2007	70%	—	—	11.7a	1.54a	1.87ab	1.53a	2.41a	
		9/3	50%	—	—	11.5a	1.62a	1.96a	1.50a	2.37a
		CK	—	—	9.8b	1.48a	1.75b	0.99b	1.74b	
	2009	70%	4.7a	18.4a	13.1a	1.68a	2.01a	1.98a	2.95a	
		9/22	50%	4.8a	17.3ab	12.1ab	1.61a	1.97a	1.53ab	2.69a
		A	CK	4.1b	14.2b	11.1b	1.65a	1.91a	1.35b	2.13a
2009	70%	4.8a	15.6a	11.0a	1.42a	1.71a	1.43a	2.39a		
	9/22	50%	4.7a	14.2ab	10.2ab	1.42a	1.71a	1.29a	2.18ab	
	B	CK	4.3a	12.1b	9.1b	1.41a	1.70a	1.03a	1.89b	
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004	70%	5.9a	15.5a	9.3a	1.68a	1.84a	1.20a	1.82a	
		9/3	50%	5.9a	16.9a	9.4a	1.72a	1.88a	1.26a	2.08a
		CK	5.2b	16.1a	9.8a	1.76a	1.95a	1.52a	2.18a	
	2005	70%	6.3a	29.3ab	14.6a	1.92a	2.27a	2.52a	4.14a	
		9/18	50%	6.2a	31.2a	14.5ab	2.03a	2.38a	2.52a	4.00a
		CK	6.1a	26.8b	13.5b	1.88a	2.20a	2.39a	3.73a	
	2006	70%	5.9a	19.1a	11.4a	1.69a	1.91a	1.81a	2.93a	
		9/8	50%	6.4a	22.4a	11.5a	1.81a	2.07a	1.70a	2.85a
		CK	5.7a	18.8a	11.5a	1.74a	2.01a	1.54a	2.51a	
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004	70%	5.1a	11.8a	7.3a	1.46b	1.60b	0.82b	1.36b	
		9/3	50%	5.4a	12.1a	8.2a	1.49ab	1.65ab	0.91ab	1.46ab
		CK	5.2a	11.5a	7.5a	1.56a	1.73a	1.00a	1.66a	
	2005	70%	7.1a	26.4a	11.4a	1.85a	2.15a	1.71a	2.69a	
		9/18	50%	7.0a	25.1a	10.9a	1.83a	2.13a	1.71a	2.63a
		CK	6.1b	20.3a	9.3b	1.66b	1.94a	1.78a	2.46a	
	2006	70%	5.2a	13.4a	8.9a	1.58a	1.83a	1.19a	2.04a	
		9/8	50%	5.1a	13.8a	8.9a	1.55a	1.75a	1.29a	2.00a
		CK	5.3a	12.2a	7.5a	1.49a	1.70a	0.98a	1.62b	
臺茶十二號 TTES No. 12	2004	70%	6.0a	15.4a	8.0a	1.56a	1.70a	1.02a	1.55a	
		9/3	50%	6.2a	17.0a	8.5a	1.67a	1.82a	1.15a	1.67a
		CK	5.9a	15.5a	8.1a	1.60a	1.76a	1.17a	1.71a	
	2005	70%	7.1a	34.1a	12.2a	1.83a	2.18a	1.89a	3.01a	
		9/18	50%	7.2a	31.8a	11.6a	1.85a	2.40a	2.59a	2.75a
		CK	7.0a	29.4a	11.0a	1.83a	2.16a	2.08a	2.94a	
	2006	70%	6.5a	19.7a	9.1a	1.56b	1.76a	1.14b	2.24a	
		9/8	50%	6.2a	19.9a	9.1a	1.54b	1.74a	1.27ab	2.22a
		CK	6.2a	18.8a	9.5a	1.70a	1.89a	1.54a	2.41a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

A: 葉片為披針形、B: 葉片為橢圓形—: 未調查

表五、白露遮蔭對茶樹茶芽性狀之影響

Table 5 Effect of shading on the shoot characteristics of tea tree in White Dew

品種 Cultivar	年度 Year	處理 Treat- ment	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘芽長 Plucking shoot length	節間徑		節間長	
						Internode diameter		Internode length	
						一 1st	二 2nd	一 1st	二 2nd
			no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004	70%	4.5a	13.9a	10.2a	1.49a	1.75a	1.10a	1.89a
	10/21	50%	4.5a	11.9a	9.4a	1.51a	1.77a	1.01a	1.69a
		CK	4.4a	11.1a	9.0a	1.44a	1.69a	0.94a	1.73a
		70%	3.8a	13.6a	11.3a	1.50a	1.83a	1.43a	2.51a
	10/31	50%	3.9a	13.5a	10.8a	1.42a	1.73a	1.31a	2.26a
		CK	3.6a	12.8a	10.3a	1.53a	1.83a	1.37a	2.17a
		70%	4.6a	13.3a	9.7a	1.37a	1.70a	0.90a	1.89a
	10/26	50%	4.6a	12.6ab	9.3a	1.50a	1.85a	1.11a	1.73a
		CK	4.1a	11.1b	9.1a	1.43a	1.75a	0.93a	1.57a
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong		2004	70%	4.7b	14.5a	9.5a	1.63a	1.87a	1.23a
	10/21	50%	5.1a	16.4a	10.8a	1.82a	2.07a	1.46a	2.57a
		CK	5.1ab	17.4a	10.3a	1.77a	2.08a	1.37a	2.31a
		70%	3.9b	12.7a	9.5a	1.54a	1.76a	1.20a	2.22a
	10/31	50%	4.3a	14.1a	9.4a	1.52a	1.80a	1.19a	2.21a
		CK	3.9b	12.4a	9.1a	1.54a	1.77a	1.19a	2.16a
		70%	5.0a	18.6a	10.9a	1.59ab	1.85b	1.55a	2.55ab
	10/1	50%	5.2a	18.4a	10.7a	1.54b	1.81ab	1.26b	2.45b
		CK	4.5b	16.7a	11.5a	1.72a	2.01a	1.62a	3.08a
青心烏龍 Chin-Shin Oolong		2004	70%	4.7b	10.9a	7.3a	1.46b	1.59b	0.76a
	10/21	50%	5.3a	11.7a	7.0a	1.55a	1.70a	0.71a	1.30a
		CK	4.9b	11.8a	7.8a	1.57a	1.72a	0.96a	1.58a
		70%	3.4a	7.4a	6.6a	1.40a	1.52a	0.69a	1.17a
	10/31	50%	3.5a	7.7a	6.6a	1.41a	1.55a	0.73a	1.22a
		CK	3.5a	8.0a	6.6a	1.42a	1.54a	0.69a	1.13a
		70%	4.7a	14.1a	8.9a	1.52a	1.72a	1.08a	1.83a
	10/1	50%	5.4a	16.3a	9.0a	1.61a	1.82a	1.05a	1.95a
		CK	4.9a	13.7a	8.4a	1.57a	1.79a	0.93a	1.71a
臺茶十二號 TTES No. 12		2004	70%	5.4a	16.5a	9.0a	1.59a	1.82a	1.09a
	10/21	50%	5.3a	16.2a	8.8a	1.64a	1.85a	1.05a	2.01a
		CK	5.1a	14.9a	8.5a	1.56a	1.80a	0.97a	1.81a
		70%	4.1a	13.0a	8.7a	1.53a	1.72a	1.06a	2.01a
	10/31	50%	4.0a	13.3a	8.7a	1.52a	1.69a	1.10a	1.93a
		CK	3.9a	11.8a	8.2a	1.52a	1.74a	1.15a	1.76a
		70%	5.6a	12.9a	7.4a	1.55a	1.74a	0.86a	1.39a
	10/26	50%	5.2a	12.2a	7.1a	1.51a	1.71a	0.81a	1.51a
		CK	5.5a	12.4a	7.3a	1.55a	1.81a	0.93a	1.59a
70%		5.7a	20.8ab	9.0b	1.42b	1.62b	0.81b	2.11b	
10/1	50%	5.9a	22.8a	9.5ab	1.49ab	1.74ab	1.01ab	2.47ab	
	CK	4.6b	18.0b	10.6a	1.62a	1.86a	1.60a	2.97a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

表六、夏茶遮蔭對茶樹葉片農藝性狀之影響

Table 6 Effect of shading on the leaf agronomic characteristics of tea tree in summer tea season

品種	年度	處理	葉長		葉寬		葉面積		葉厚	
			Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness	
			二	三	二	三	二	三	二	三
Cultivar	Year	Treatment	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
			---cm---		---cm---		---cm ² ---		---mm---	
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004 5/21	70%	7.9a	9.2a	2.6a	3.4a	14.3a	21.7a	0.185a	0.213b
		50%	7.6a	8.8a	2.7a	3.2a	14.2a	19.7a	0.190a	0.226ab
		CK	7.6a	8.6a	2.5a	3.2a	13.4a	19.2a	0.199a	0.235a
	2005 5/9	70%	8.1a	10.2a	2.4a	3.2a	13.6ab	22.5a	0.182a	0.209b
		50%	8.1a	9.7ab	2.5a	3.1a	14.5a	21.2a	0.191a	0.224a
		CK	7.3a	9.3b	2.3a	3.2a	11.9b	20.7a	0.191a	0.222ab
	2006 5/26	70%	6.5a	7.4a	2.0a	2.6a	9.2a	13.5a	0.160a	0.182a
		50%	6.0a	7.3a	2.0a	2.6a	8.6a	13.5a	0.158a	0.190a
		CK	6.2a	7.4a	2.2a	2.9a	9.7a	15.2a	0.171a	0.203a
	2008 5/15	70%	7.0a	7.8a	2.5a	3.1a	12.4a	17.2a	0.193a	0.214a
		50%	6.8a	8.2a	2.4a	3.1a	11.6a	18.0a	0.194a	0.225a
		CK	7.0a	7.9a	2.5a	3.0a	12.4a	17.1a	0.193a	0.222a
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004 5/21	70%	7.1a	9.0a	2.7a	3.4a	13.5a	21.7a	0.270b	0.317b
		50%	7.1a	8.7a	2.6a	3.3ab	13.3a	20.6a	0.285a	0.330ab
		CK	6.8a	8.3a	2.5a	3.1b	12.1a	18.2a	0.285a	0.337a
	2005 5/9	70%	7.5a	8.8a	2.6a	3.4a	13.8a	20.8a	0.251b	0.292b
		50%	7.0a	8.0a	2.5a	3.0b	12.0a	16.3a	0.261a	0.309ab
		CK	7.8a	8.5a	2.6a	3.2ab	14.2a	18.8a	0.269a	0.324a
	2006 5/26	70%	6.3a	8.3a	2.4a	3.1a	10.5a	18.0a	0.229a	0.275a
		50%	6.7a	8.2a	2.5a	3.3a	11.7a	18.9a	0.243a	0.299a
		CK	6.8a	7.8a	2.6a	3.4a	12.5a	18.4a	0.247a	0.297a
	2008 5/15	70%	5.8a	6.9a	2.2a	2.7a	8.8a	13.3a	0.243a	0.284b
		50%	5.7a	6.7a	2.1a	2.6a	8.4a	12.5a	0.248a	0.293ab
		CK	5.8a	6.7a	2.2a	2.9a	9.3a	13.9a	0.255a	0.313a
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004 5/21	70%	6.2a	7.5a	2.1a	2.6a	9.2a	13.8a	0.258a	0.301a
		50%	5.8a	6.8a	2.0a	2.4a	8.1a	11.8a	0.269a	0.318a
		CK	5.7a	6.7a	2.0a	2.4a	8.1a	11.0a	0.277a	0.319a
	2005 5/9	70%	6.3a	7.3a	2.1a	2.6a	9.4a	13.4a	0.241b	0.284b
		50%	6.3a	7.5a	2.1a	2.7a	9.4a	14.1a	0.248ab	0.297ab
		CK	6.5a	7.0a	2.3a	2.5a	10.3a	12.5a	0.268a	0.317a
	2006 5/26	70%	5.9a	7.0a	2.1a	2.6a	8.8a	12.7a	0.237a	0.279a
		50%	5.7a	6.9a	2.0ab	2.5a	8.1a	12.0a	0.230a	0.275a
		CK	4.9b	6.5a	1.8b	2.4a	6.0b	11.1a	0.220a	0.270a
	2008 5/15	70%	5.4a	6.3a	1.6a	1.8a	6.1a	7.9a	0.228b	0.269b
		50%	5.9a	6.8a	1.8a	2.0a	7.4a	9.9a	0.240b	0.281ab
		CK	5.4a	6.3a	1.7a	2.1a	6.6a	9.2a	0.259a	0.297a
臺茶十二號 TTES No. 12	2004 5/21	70%	6.9a	8.9a	2.8a	3.9a	13.6a	24.3a	0.242a	0.280a
		50%	6.6a	8.6a	2.7ab	3.7a	12.3ab	22.2a	0.243a	0.282a
		CK	6.0b	7.5b	2.6b	3.3b	10.8b	17.2b	0.243a	0.279a
	2005 5/9	70%	6.5a	8.4a	2.6a	3.4ab	11.9a	20.0a	0.240a	0.269a
		50%	6.4a	8.2a	2.5a	3.4a	11.4a	19.7a	0.250a	0.273a
		CK	6.0a	7.2b	2.4a	3.1b	10.2a	15.7b	0.240a	0.269a
	2006 5/26	70%	6.1a	7.9a	2.6a	3.7a	11.1a	20.8a	0.211a	0.247a
		50%	6.1a	7.9a	2.6a	3.6a	11.2a	19.8a	0.217a	0.250a
		CK	5.5a	7.0a	2.4a	3.2a	9.3a	15.6a	0.226a	0.264a
	2008 5/15	70%	5.1a	6.3ab	2.2a	2.9a	7.8a	13.1b	0.225a	0.252b
		50%	5.3a	6.6a	2.3a	3.0a	8.6a	14.3a	0.234a	0.265ab
		CK	4.8a	5.8b	2.1a	2.7a	7.0a	11.1b	0.237a	0.279a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

表七、六月白遮蔭對茶樹葉片農藝性狀之影響

Table 7 Effect of shading on the leaf agronomic characteristics of tea tree in June White

品種	年度	處理	葉長		葉寬		葉面積		葉厚		
			Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness		
			二	三	二	三	二	三	二	三	
			---cm---		---cm---		---cm ² ---		---mm---		
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004 7/12	70%	6.8a	8.3a	2.3a	2.9a	10.7a	16.8a	0.232a	0.266a	
		50%	6.8a	7.8a	2.5a	2.9a	11.8a	15.9a	0.241a	0.276a	
		CK	6.8a	7.6a	2.3a	2.7a	11.1a	14.3a	0.242a	0.278a	
	2005 7/27	70%	8.8a	10.0a	3.2a	3.5a	19.4a	24.3a	0.239a	0.275a	
		50%	8.1a	9.0a	3.0ab	3.3a	16.8a	20.8a	0.255a	0.297a	
		CK	7.0b	7.6b	2.5b	2.8b	12.6b	15.3b	0.256a	0.289a	
	2006 7/18	70%	6.2a	8.1a	2.1a	2.9a	9.0a	16.6a	0.171a	0.190b	
		50%	6.4a	8.5a	2.2a	3.0a	9.8a	17.6a	0.177a	0.207ab	
		CK	6.5a	7.9a	2.2a	2.8a	9.9a	15.3a	0.185a	0.225a	
	2007 8/2	70%	5.8a	6.7a	1.9a	2.2a	7.6a	10.3a	0.194a	0.229a	
		50%	6.1a	6.6a	2.0a	2.3a	8.7a	10.7a	0.198a	0.221a	
		CK	4.0b	4.6b	1.3b	1.6b	3.8b	5.3b	0.163b	0.189a	
	2009 7/31 A	70%	6.9ab	9.4a	2.1a	3.2a	10.4a	21.5a	0.178a	0.225a	
		50%	7.4a	9.5a	2.4a	3.2a	12.5a	21.8a	0.193a	0.243a	
		CK	6.6b	8.2b	2.2a	2.8a	10.5a	16.3b	0.197a	0.247a	
2009 7/31 B	70%	5.9a	7.5ab	2.2a	3.0a	9.2a	15.9a	0.176b	0.215b		
	50%	6.2a	8.0a	2.3a	3.0a	10.2a	17.1a	0.185ab	0.222ab		
	CK	5.9a	7.1b	2.3a	2.7a	9.5a	13.3a	0.197a	0.235a		
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004 7/12	70%	6.1a	7.7a	2.1a	2.9a	9.2a	15.9a	0.273b	0.311a	
		50%	6.4a	7.9a	2.2a	3.2a	10.0a	17.9a	0.286a	0.337a	
		CK	6.5a	7.6a	2.2a	3.0a	10.0a	16.0a	0.286ab	0.347a	
	2005 7/27	70%	8.1a	8.6a	3.1a	3.3a	17.9a	20.1a	0.290a	0.368a	
		50%	7.5a	8.1a	2.8a	3.2a	14.6a	18.3a	0.324a	0.383a	
		CK	7.3a	7.9a	2.8a	3.2a	14.4a	17.3a	0.317a	0.376a	
	2006 7/18	70%	6.1a	7.9a	2.2a	3.0a	9.3a	16.9a	0.227a	0.260b	
		50%	6.1a	7.8a	2.2a	3.0a	9.4a	16.4a	0.257a	0.280a	
		CK	6.2a	7.3a	2.2a	2.8a	9.4a	14.3a	0.239a	0.285a	
	2007 8/2	70%	6.4a	7.6a	2.3a	2.9a	10.5a	15.5a	0.289b	0.352a	
		50%	6.8a	7.7a	2.6a	2.9a	12.4a	15.8a	0.307ab	0.359a	
		CK	5.1b	5.5b	1.9b	2.2b	6.8b	8.4b	0.325a	0.369a	
	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004 7/12	70%	5.1a	6.2a	1.8a	2.2b	6.3a	9.4b	0.267a	0.312a
			50%	5.5a	6.4a	1.9a	2.4a	7.4a	10.6a	0.277a	0.334a
			CK	5.0a	6.1a	1.7a	2.3a	5.9a	10.0ab	0.264a	0.329a
2005 7/27		70%	6.7a	7.4a	2.4a	2.8a	11.0a	14.3a	0.293a	0.349a	
		50%	6.4b	7.1ab	2.3a	2.8a	10.4ab	13.7a	0.291a	0.351a	
		CK	6.1c	6.6b	2.2a	2.5a	9.3b	11.5a	0.296a	0.354a	
2006 7/18		70%	4.1a	5.4a	1.5a	2.0a	4.3a	7.7a	0.227b	0.260a	
		50%	4.0a	5.3a	1.6a	2.0a	4.4a	7.5a	0.227b	0.260a	
		CK	4.3a	5.1a	1.6a	2.1a	4.8a	7.4a	0.240a	0.275a	
2007 8/2		70%	4.8a	5.4a	1.7a	2.0a	5.6a	7.7a	0.275a	0.347a	
		50%	4.6a	5.1a	1.6a	1.8ab	5.0a	6.5ab	0.265a	0.332a	
		CK	3.9b	4.6b	1.3b	1.6b	3.7b	5.1b	0.249a	0.301b	
臺茶十二號 TTES No. 12		2004 7/12	70%	6.0a	7.0a	2.4a	3.1a	10.2a	15.2a	0.259a	0.296a
			50%	5.7a	6.9ab	2.2b	2.9a	8.9ab	14.2ab	0.261a	0.294a
			CK	5.4a	6.3b	2.3b	2.8b	8.5b	12.1b	0.260a	0.297a
	2005 7/27	70%	6.0a	7.4a	2.6a	3.5a	11.3a	18.2a	0.263a	0.309a	
		50%	6.5a	7.3a	2.9a	3.3a	13.4a	17.1ab	0.265a	0.317a	
		CK	5.9a	6.4b	2.6a	3.0a	10.5a	13.6b	0.267a	0.300a	
	2006 7/18	70%	4.3a	5.5a	1.8a	2.7a	5.5a	11.2a	0.213b	0.243b	
		50%	4.7a	6.7a	2.0a	2.9a	6.7a	12.2a	0.223ab	0.247b	
		CK	4.5a	6.3a	2.0a	2.7a	6.3a	10.9a	0.230a	0.265a	
	2007 8/2	70%	5.6a	5.9a	2.5a	2.7a	9.9a	11.3a	0.274a	0.305a	
		50%	5.1b	5.5a	2.2b	2.5a	7.9b	9.8a	0.268a	0.296a	
		CK	4.3c	4.4b	1.9c	2.0b	5.6c	6.1b	0.274a	0.301a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

A: 葉片為披針形、B: 葉片為橢圓形

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

表八、秋茶遮蔭對茶樹葉片農藝性狀之影響

Table 8 Effect of shading on the leaf agronomic characteristics of tea tree in autumn tea season

品種	年度	處理	葉長		葉寬		葉面積		葉厚	
			Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness	
			二	三	二	三	二	三	二	三
Cultivar	Year	Treatment	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
			---cm---		---cm---		---cm ² ---		---mm---	
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004 9/3	70%	6.0a	6.9a	2.0a	2.6a	8.5a	12.9a	0.218a	0.253a
		50%	6.0a	7.2a	2.1a	2.6a	8.8a	12.5a	0.224a	0.258a
		CK	5.3a	6.2a	1.8a	2.3a	6.8a	9.9a	0.226a	0.264a
	2005 9/18	70%	8.1ab	9.8ab	2.8a	3.6a	15.8ab	24.8a	0.210a	0.247a
		50%	8.3a	10.3a	2.8a	3.6a	16.3a	25.8a	0.227a	0.253a
		CK	7.1b	9.0b	2.6a	3.2b	12.9b	20.5b	0.220a	0.245a
	2006 9/8	70%	6.4a	7.7a	2.2a	2.9a	10.1a	15.4a	0.203a	0.235a
		50%	6.5a	7.5a	2.2a	2.8a	10.2a	14.7a	0.204a	0.229a
		CK	5.3b	6.6a	1.9a	2.5a	7.2b	11.3a	0.200a	0.232a
	2007 9/3	70%	7.3a	9.5a	2.2a	3.1a	11.3a	20.2a	0.161a	0.193a
		50%	7.0ab	9.1a	2.2a	3.0a	10.7ab	19.0a	0.167a	0.199a
		CK	6.2b	8.1a	2.0a	2.8a	8.7b	15.8a	0.158a	0.200a
	2009 9/22 A	70%	7.9a	9.4a	2.6a	3.3a	14.6a	22.1a	0.211a	0.245a
		50%	7.2ab	9.0a	2.3a	3.1a	11.8ab	19.5a	0.209a	0.250a
		CK	6.6b	7.4b	2.1a	2.6b	9.7b	13.5b	0.221a	0.258a
2009 9/22 B	70%	6.3a	7.4a	2.5a	3.0a	11.3a	15.8a	0.187a	0.221a	
	50%	6.1a	7.2ab	2.5a	3.1a	10.7a	15.4a	0.181a	0.220a	
	CK	5.8a	6.3b	2.2b	2.6b	9.0a	11.5b	0.193a	0.232a	
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004 9/3	70%	5.6a	6.8a	2.0a	2.7a	7.8a	12.7a	0.263a	0.302a
		50%	5.5a	6.5a	2.0a	2.6a	7.6a	11.7a	0.277a	0.330a
		CK	5.5a	6.2a	2.0a	2.5a	7.5a	10.7a	0.275a	0.322a
	2005 9/18	70%	7.2a	9.1a	2.7a	3.6a	13.6a	22.9a	0.260a	0.300b
		50%	7.1a	9.0a	2.6a	3.3a	12.8a	21.0a	0.277a	0.313a
		CK	6.5b	7.8b	2.3b	3.1a	10.3b	17.1a	0.265a	0.315a
	2006 9/8	70%	5.8a	7.3a	2.2a	2.8a	9.0a	14.3a	0.265a	0.305a
		50%	5.5a	6.9a	2.0a	2.7a	7.7a	13.3a	0.259a	0.319a
		CK	5.6a	6.7a	2.0a	2.5a	7.9a	11.5a	0.263a	0.313a
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004 9/3	70%	4.3a	5.1a	1.5a	1.9a	4.5a	6.6a	0.255b	0.304b
		50%	4.4a	5.3a	1.6a	2.0a	4.8a	7.3a	0.269a	0.329a
		CK	4.2a	5.1a	1.5a	1.9a	4.3a	6.9a	0.259ab	0.319ab
	2005 9/18	70%	5.9a	7.4a	2.2a	2.8a	9.2a	14.6a	0.253a	0.287a
		50%	5.6ab	7.2a	2.0a	2.7ab	8.1a	13.6a	0.247a	0.287a
		CK	5.1b	6.2b	1.9a	2.3b	6.9a	10.2b	0.250a	0.300a
	2006 9/8	70%	4.8a	5.8a	1.6a	2.2a	5.5a	9.1a	0.245a	0.293a
		50%	4.6a	5.8a	1.6a	2.1ab	5.0a	8.7ab	0.251a	0.298a
		CK	4.0a	5.0b	1.4a	1.8b	4.0a	6.4b	0.237a	0.283a
臺茶十二號 TTES No. 12	2004 9/3	70%	4.7a	5.6a	2.1a	2.7a	6.9a	10.6a	0.252a	0.285a
		50%	4.9a	5.8a	2.1a	2.7a	7.1a	10.9a	0.256a	0.298a
		CK	4.7a	5.3a	2.1a	2.5a	6.8a	9.4a	0.255a	0.281a
	2005 9/18	70%	6.4a	7.9a	2.8a	3.5a	12.5a	19.6a	0.227a	0.263a
		50%	5.8b	7.4a	2.5b	3.4a	10.2b	17.5a	0.230a	0.253a
		CK	5.3b	6.8a	2.4b	3.1a	9.0b	14.6a	0.235a	0.260a
	2006 9/8	70%	4.3a	5.8a	2.0a	2.7a	6.2a	11.0a	0.226a	0.260b
		50%	4.4a	6.0a	1.9a	2.7a	6.0a	11.2a	0.226a	0.261b
		CK	4.3a	5.3a	1.8a	2.6a	5.3a	9.6a	0.235a	0.280a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

A: 葉片為披針形、B: 葉片為橢圓形

表九、白露遮蔭對茶樹葉片農藝性狀之影響

Table 9 Effect of shading on the leaf agronomic characteristics of tea tree in White Dew

品種	年度	處理	葉長		葉寬		葉面積		葉厚		
			Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness		
			二	三	二	三	二	三	二	三	
Cultivar	Year	Treatment	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	
			---cm---		---cm---		---cm ² ---		---mm---		
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004	70%	6.2a	7.4a	2.2a	2.9a	9.6a	14.8a	0.193a	0.228a	
	10/21	50%	5.6b	7.0a	2.1a	2.9a	8.1a	14.3a	0.192a	0.226a	
		CK	5.9ab	6.7a	2.2a	2.9a	9.1a	13.6a	0.192a	0.224a	
	2006	70%	6.2a	7.6a	2.2ab	2.8a	9.7ab	15.1a	0.193a	0.225a	
		10/31	50%	6.6a	7.9a	2.3a	3.0a	10.8a	16.3a	0.196a	0.230a
			CK	6.1a	7.3a	2.1b	2.7a	8.7b	13.5a	0.200a	0.226a
	2007	70%	5.8a	7.4a	1.9b	2.6a	7.8a	13.6a	0.161b	0.197b	
		10/26	50%	5.9a	7.5a	2.0ab	2.6a	8.2a	13.7a	0.169ab	0.207ab
			CK	6.1a	7.2a	2.1a	2.8a	9.1a	14.2a	0.182a	0.231a
	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004	70%	5.1a	6.2a	2.1a	2.6a	7.5a	11.4a	0.241b	0.276b
10/21			50%	5.6a	6.9a	2.1a	2.9a	8.4a	13.7a	0.259a	0.296a
			CK	5.5a	6.6a	2.2a	2.7a	8.4a	12.2a	0.248ab	0.291ab
2006		70%	4.7b	5.1b	1.9a	2.2b	6.2a	8.1b	0.248b	0.294b	
		10/31	50%	5.5ab	6.4a	2.1a	2.7a	7.9a	12.4a	0.254ab	0.309ab
			CK	5.9a	6.2ab	2.3a	2.6ab	9.4a	11.3ab	0.266a	0.323a
2009		70%	5.6a	6.6a	2.0a	2.7a	7.8a	12.4a	0.238a	0.279a	
		10/1	50%	5.6a	6.7a	2.0a	2.6a	8.1a	12.2a	0.231a	0.277a
			CK	5.9a	6.7a	2.2a	2.9a	9.3a	13.6a	0.243a	0.303a
青心烏龍 Chin-Shin Oolong		2004	70%	4.4a	5.2a	1.5a	2.0a	4.5a	7.2a	0.224a	0.261a
	10/21		50%	4.1a	5.3a	1.4a	2.0a	4.0a	7.4a	0.233a	0.257a
			CK	4.2a	5.1a	1.5a	2.0a	4.5a	7.1a	0.245a	0.287a
	2006	70%	4.7a	5.3a	1.7a	2.1a	5.5a	7.6ab	0.237a	0.285a	
		10/31	50%	4.5a	5.2ab	1.6a	2.0ab	5.1a	7.8a	0.243a	0.287a
			CK	4.2a	4.6b	1.6a	1.9b	4.7a	5.9b	0.235a	0.280a
	2009	70%	4.9a	5.8a	1.7a	2.2a	6.1a	9.0a	0.230a	0.276a	
		10/1	50%	4.7a	5.9a	1.6a	2.1a	5.5a	8.9a	0.234a	0.283a
			CK	4.7a	5.4a	1.7a	2.1a	5.7a	8.3a	0.237a	0.285a
	臺茶十二號 TTES No. 12	2004	70%	4.7a	5.8a	2.0a	2.7a	6.6a	10.8a	0.215a	0.246b
10/21			50%	4.6a	5.8a	2.0a	2.7a	6.4a	11.0a	0.224a	0.255a
			CK	4.4a	5.3a	2.0a	2.6a	6.3a	9.5a	0.222a	0.254a
2006		70%	5.0a	5.9a	2.2a	2.7a	7.6a	11.5a	0.233a	0.271a	
		10/31	50%	4.9a	5.5a	2.2a	2.5a	7.6a	9.7a	0.233a	0.271a
			CK	4.8a	6.1a	2.1a	2.8a	7.1a	11.9a	0.236a	0.283a
2007		70%	4.5a	5.8a	2.0a	2.6a	6.5a	10.6a	0.186a	0.219b	
		10/26	50%	4.4a	5.4a	1.9a	2.6a	6.0a	9.8a	0.189a	0.223b
			CK	4.1a	5.2a	1.8a	2.5a	5.2a	9.2a	0.203a	0.241a
2009		70%	4.7a	6.0a	2.0a	2.7a	6.7a	11.7a	0.198ab	0.229b	
	10/1	50%	4.5a	6.1a	2.0a	2.7a	6.5a	11.6a	0.196b	0.231b	
		CK	4.9a	5.5a	2.2a	2.8a	7.8a	10.9a	0.218a	0.263a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

表十、夏茶遮蔭對茶樹產量之影響

Table 10 Effect of shading on the shoot yield of tea tree in summer tea season

品種	年度	處理	萌芽密度	百芽重	含水量	產量
Cultivar	Year	Treatment	Shoot density	100-shoot weight	Shoot water content	Shoot yield
			no.	g	%	g/plant
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004 5/18	70%	50.1a	104.5a	73.8a	38.7a
		50%	45.3a	107.0a	73.4a	38.2a
		CK	44.3a	104.4a	73.3a	27.6a
	2005 5/9	70%	48.4a	105.5a	75.4a	42.4a
		50%	47.2a	114.8a	75.9a	31.2a
		CK	50.0a	95.6a	75.4a	25.8a
		2006 5/26	70%	60.7a	85.9a	80.7a
	2008 5/15	50%	66.9a	83.8a	80.8a	70.2a
		CK	59.0a	95.1a	80.2a	65.4a
		70%	60.3a	94.6a	77.9a	97.4a
		50%	60.6a	90.7a	77.3a	101.7a
		CK	58.2a	87.2a	77.0a	87.0a
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004 5/18	70%	26.8a	153.1a	74.1a	36.2a
		50%	33.2a	159.0a	73.2a	24.4a
		CK	31.7a	152.7a	73.4a	24.3a
	2005 5/9	70%	23.1b	140.9a	74.5a	12.2a
		50%	31.3ab	131.9a	75.0a	26.6a
		CK	35.5a	155.4a	73.7a	30.3a
	2006 5/26	70%	24.4b	138.0a	78.9a	22.8b
		50%	36.9a	143.1a	78.7a	48.7a
		CK	37.7a	159.3a	78.8a	49.1a
	2008 5/15	70%	37.1a	106.7a	78.1a	31.3a
		50%	44.0a	124.8a	77.3a	41.0a
		CK	36.1a	99.5a	76.9a	38.1a
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004 5/18	70%	45.8a	98.2a	74.8a	33.4a
		50%	47.7a	95.5a	73.9a	40.6a
		CK	51.3a	93.8a	73.0a	53.7a
	2005 5/9	70%	41.4a	93.4a	75.5a	31.1b
		50%	42.9a	98.3a	73.0b	33.2ab
		CK	43.7a	103.7a	72.7b	43.7a
	2006 5/26	70%	43.0a	105.7a	79.8a	55.0a
		50%	46.0a	102.3a	79.7a	68.5a
		CK	57.2a	82.8b	79.3a	52.4a
	2008 5/15	70%	60.3a	69.4a	75.9a	43.6a
		50%	60.6a	77.1a	76.4a	38.8a
		CK	58.2a	75.1a	74.2a	53.7a
臺茶十二號 TTES No. 12	2004 5/18	70%	45.3a	162.2a	74.8a	110.0a
		50%	40.1a	154.7ab	74.2a	92.3a
		CK	47.2a	128.4b	73.8a	108.6a
	2005 5/9	70%	44.8a	127.6ab	75.7a	100.3a
		50%	37.3a	132.1a	75.5a	75.7a
		CK	47.2a	119.9b	75.0a	108.6a
	2006 5/26	70%	46.0ab	151.0a	81.5a	139.4a
		50%	43.0b	144.3a	80.8ab	126.4a
		CK	54.8a	136.1a	80.5b	174.5a
	2008 5/15	70%	55.4a	94.1a	79.0a	110.6a
		50%	59.4a	97.1a	77.9b	103.0a
		CK	59.8a	88.8a	78.3ab	147.2a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

表十一、六月白遮蔭對茶樹產量之影響

Table 11 Effect of shading on the shoot yield of tea tree in June White

品種	年度	處理	萌芽密度	百芽重	含水量	產量		
Cultivar	Year	Treatment	Shoot density	100-shoot weight	Shoot water content	Shoot yield		
			no.	g	%	g/plant		
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004	70%	56.2a	90.7a	74.7a	26.4a		
		7/12	50%	49.2a	90.7a	76.2a	16.6a	
		CK	48.7a	89.0a	74.7a	22.8a		
	2005	70%	—	—	162.0a	68.8a	—	
		7/27	50%	—	—	149.5a	69.4a	—
		CK	—	—	109.8b	69.6a	—	
	2006	70%	72.0a	79.3a	77.4a	76.8a	76.8a	
		7/18	50%	74.2a	80.0a	77.1a	78.2a	
		CK	71.5a	86.0a	78.0a	65.4a	65.4a	
	2009	70%	63.7a	90.0ab	72.6a	129.7a	129.7a	
		8/4	50%	66.9a	95.3a	70.0ab	120.3a	
		CK	68.7a	71.4b	67.6b	81.3b	81.3b	
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004	70%	24.8a	110.7b	69.9a	23.5b		
		7/12	50%	29.0a	138.7a	71.0a	43.5ab	
		CK	32.8a	126.0ab	69.1a	49.3a	49.3a	
	2005	70%	—	—	178.6a	69.4a	66.0ab	
		7/27	50%	—	—	168.4a	69.0a	84.0a
		CK	—	—	170.2a	68.1a	45.7b	
	2006	70%	35.4b	104.0b	76.8a	37.4c	37.4c	
		7/18	50%	53.1a	122.0a	77.2a	65.4a	
		CK	52.7a	106.0ab	76.5a	50.9b	50.9b	
	青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004	70%	37.6b	74.0b	70.8a	28.5a	
			7/12	50%	42.1b	86.7a	70.4a	29.1a
			CK	59.5a	83.0ab	69.9a	31.7a	31.7a
2005		70%	—	—	120.3a	69.7a	41.5a	
		7/27	50%	—	—	119.8a	70.2a	47.3a
		CK	—	—	106.8b	70.1a	10.1b	
2006		70%	58.0c	48.0b	76.8a	62.9a	62.9a	
		7/18	50%	70.9b	50.0ab	77.6a	70.9a	
		CK	83.3a	56.0a	78.2a	54.3a	54.3a	
臺茶十二號 TTES No. 12		2004	70%	43.9a	115.3a	71.4b	74.3a	
			7/12	50%	40.2a	107.7a	70.3c	77.8a
			CK	46.8a	100.0a	72.0a	57.9a	57.9a
	2005	70%	—	—	126.8a	69.6a	186.0a	
		7/27	50%	—	—	135.0a	70.0a	195.8a
		CK	—	—	115.3a	68.7a	181.2a	
	2006	70%	55.7a	65.3a	77.7a	121.4a	121.4a	
		7/18	50%	60.7a	71.3a	78.0a	100.0a	
		CK	76.2a	76.0a	78.4a	135.2a	135.2a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

—: 未調查

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

表十二、秋茶遮蔭對茶樹產量之影響
 Table 12 Effect of shading on the shoot yield of tea tree in autumn tea season

品種	年度	處理	萌芽密度	百芽重	含水量	產量	
Cultivar	Year	Treatment	Shoot density	100-shoot weight	Shoot water content	Shoot yield	
			no.	g	%	g/plant	
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004	70%	57.9a	89.0a	72.4a	24.7a	
		9/7	50%	51.4a	93.3a	71.8a	21.2a
		CK	48.3a	90.0a	71.6a	15.7a	
	2005	70%	49.9a	145.7a	79.2a	69.4a	
		9/14	50%	49.9a	150.7a	78.1b	64.1a
		CK	49.8a	131.5a	78.5ab	48.7a	
	2006	70%	83.2a	82.7a	77.4a	77.9a	
		9/8	50%	87.1a	81.3a	77.1a	66.3a
		CK	85.9a	63.0b	77.8a	67.3a	
	2007	70%	—	100.2a	75.0a	74.8a	
		8/30	50%	—	101.7a	75.8a	81.0a
		CK	—	78.3b	74.7a	60.6a	
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004	70%	32.1b	71.3a	74.9a	20.3a	
		9/7	50%	36.8ab	76.3a	75.6a	32.9a
		CK	42.0a	61.5a	76.6a	31.3a	
	2005	70%	27.7b	172.2a	78.6a	47.2b	
		9/14	50%	36.4a	181.9a	78.5a	72.0a
		CK	35.2ab	170.8a	80.5a	62.0ab	
	2006	70%	38.1b	104.7a	75.1a	20.4a	
		9/8	50%	52.1a	110.7a	75.3a	45.4a
		CK	54.3a	101.0a	75.1a	43.1a	
	2007	70%	—	141.2a	72.8a	—	
		8/30	50%	—	168.6a	73.7a	—
		CK	—	98.9b	73.4a	—	
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004	70%	46.9b	48.3a	74.5a	14.3b	
		9/7	50%	46.2b	54.7a	72.6b	20.0ab
		CK	69.2a	54.0a	73.2b	28.1a	
	2005	70%	45.3b	116.2a	79.3a	85.4a	
		9/14	50%	46.6b	109.8a	79.2a	92.1a
		CK	63.0a	92.8b	78.3a	79.6a	
	2006	70%	70.2a	72.0a	78.6a	40.7b	
		9/8	50%	72.6a	65.3ab	76.6a	47.5b
		CK	91.3a	51.0b	76.5a	78.0a	
	2007	70%	—	76.7a	73.4a	—	
		8/30	50%	—	68.5a	74.1a	—
		CK	—	55.7b	74.2a	—	
臺茶十二號 TTES No. 12	2004	70%	55.2a	69.7ab	73.2a	54.1a	
		9/7	50%	53.6a	70.7a	72.1a	50.7a
		CK	60.7a	61.0b	72.1a	61.4a	
	2005	70%	46.6a	130.7a	78.1a	122.9a	
		9/14	50%	39.8a	120.8a	78.4a	108.3a
		CK	49.2a	119.0a	78.6a	132.0a	
	2006	70%	69.7a	72.7a	78.0a	68.7b	
		9/8	50%	62.9a	71.3a	76.6a	46.0b
		CK	76.2a	78.0a	78.2a	117.1a	
	2007	70%	—	106.6a	71.6a	83.8a	
		8/30	50%	—	93.9a	71.7a	86.0a
		CK	—	72.7b	73.9a	59.2b	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

—: 未調查

表十三、白露遮蔭對茶樹產量之影響

Table 13 Effect of shading on the shoot yield of tea tree in White Dew

品種	年度	處理	萌芽密度	百芽重	含水量	產量		
Cultivar	Year	Treatment	Shoot density	100-shoot weight	Shoot water content	Shoot yield		
			no.	g	%	g/plant		
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004	70%	54.8b	85.3a	78.2a	32.2a		
		10/21	50%	63.0ab	80.7a	77.8a	25.1a	
		CK	67.7a	77.0a	79.2a	26.3a		
	2006	70%	65.3a	84.7a	78.7a	72.8a		
		10/31	50%	68.9a	88.0a	78.0a	79.0a	
		CK	73.5a	76.0a	77.6a	84.0a		
	2007	70%	63.7a	74.5a	75.8a	64.0a		
		10/26	50%	58.9a	70.8a	75.7a	61.4a	
		CK	75.2a	76.2a	73.2a	46.4a		
	大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004	70%	30.3a	88.0a	75.1a	24.0a	
			10/21	50%	38.1a	108.7a	74.8a	42.1a
			CK	42.8a	101.0a	74.3a	40.9a	
2006		70%	30.4b	67.3b	75.1a	25.9b		
		10/31	50%	44.7a	92.0a	79.5a	68.4a	
		CK	41.2ab	98.0a	76.5a	50.6ab		
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004	70%	59.6b	50.7a	75.2a	27.7a		
		10/21	50%	61.8b	52.0a	73.1a	31.8a	
		CK	76.0a	59.0a	76.4a	37.0a		
	2006	70%	62.3a	56.0a	77.3a	46.2a		
		10/31	50%	61.1a	60.7a	77.0a	54.3a	
		CK	78.7a	52.0a	74.9a	60.4a		
臺茶十二號 TTES No. 12	2004	70%	63.1a	74.7a	77.6a	76.2a		
		10/21	50%	48.7b	76.0a	75.5a	70.2a	
		CK	74.0a	68.0a	76.5a	52.8a		
	2006	70%	54.8b	78.7a	77.2a	108.0b		
		10/31	50%	51.6b	73.3a	78.2a	91.5b	
		CK	68.8a	81.0a	77.8a	175.0a		
	2007	70%	46.8a	62.7a	75.5a	69.7a		
10/26		50%	43.0a	60.4a	76.0a	81.6a		
CK	51.0a	61.7a	75.3a	93.2a				

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響

表十四、夏茶遮蔭對製茶品質之影響

Table 14 Effect of shading on the made tea quality of tea tree in summer tea season

茶季	年度	處理	形狀	色澤	水色	香氣	滋味	合計
Tea season	Year	Treatment	Shape	Color	Liquor color	Aroma	Taste	Total
					---%---			Score
永康山茶	2004	70%	6.0a	5.7a	12.0b	19.0a	18.0a	60.7a
Yung-Kang	5/18	50%	5.8ab	6.0a	13.0a	19.5a	19.0a	63.3a
wild tea	綠茶	CK	5.5b	5.5b	12.5ab	20.3a	19.5a	63.3a
	2004	70%	5.5a	6.0a	15.0a	22.5a	22.5a	71.5a
	7/12	50%	5.5a	5.5b	15.0a	21.0b	21.0b	68.0b
	綠茶	CK	5.0b	5.5b	15.0a	19.5c	21.0b	66.0c
	2005	70%	6.9a	6.0b	10.7a	17.5b	17.3b	58.3b
	5/9	50%	6.7a	6.7a	10.7a	16.5b	16.5b	57.1b
	包種茶	CK	6.7a	6.6a	11.0a	19.8a	20.3a	64.3a
	2008	70%	6.2a	6.1a	13.4a	20.5a	20.5a	66.6a
	5/26	50%	6.4a	6.1a	13.4a	20.3a	20.2a	66.3a
	蜜綠	CK	6.2a	5.9a	13.3a	20.8a	20.0a	66.1a
大葉烏龍	2004	70%	6.2a	6.2a	12.3a	19.0a	19.0a	62.7a
Dah-Yeh	5/18	50%	6.3a	6.3a	12.3a	20.0a	19.5a	64.5a
Oolong	綠茶	CK	5.8a	5.8a	13.0a	19.5a	19.5a	63.5a
	2004	70%	5.3b	5.5a	13.7a	21.5a	19.5a	65.5a
	7/12	50%	5.7ab	6.0a	13.0a	21.5a	19.0a	65.2a
	綠茶	CK	6.3a	6.3a	14.5a	19.5b	18.8a	65.3a
	2005	70%	6.8c	6.7b	14.0a	20.5a	21.3a	69.3a
	5/9	50%	7.0b	6.5c	13.4a	21.3a	21.8a	69.9a
	包種茶	CK	7.5a	7.0a	13.2a	20.3a	20.3a	68.2a
	2008	70%	6.4a	6.3a	13.9a	21.0a	20.3a	67.9a
	5/26	50%	6.5a	6.4a	13.8a	21.0a	20.3a	68.1a
	蜜綠	CK	6.3a	6.3a	13.9a	20.7b	20.5a	67.6a
青心烏龍	2004	70%	6.5a	6.5a	12.3a	20.0a	19.5b	64.8a
Chin-Shin	5/18	50%	6.7a	6.5a	12.0a	19.5a	19.5b	64.2a
Oolong	綠茶	CK	6.5a	6.3a	12.5a	19.5a	21.0a	65.8a
	2004	70%	5.8b	5.7b	13.7a	20.5a	19.5b	65.2a
	7/12	50%	5.7b	6.0b	14.0a	19.0ab	21.0a	65.7a
	綠茶	CK	6.5a	6.5a	13.5a	18.0b	21.0a	65.5a
	2005	70%	7.1a	6.9a	13.7a	20.3a	21.0a	68.8a
	5/9	50%	7.5a	7.3a	12.5a	20.8a	19.3b	67.3a
	包種茶	CK	7.1a	6.8a	12.7a	20.5a	19.8b	66.8a
	2008	70%	6.5a	6.5a	13.8ab	20.8a	21.2a	68.8a
	5/26	50%	6.4a	6.3a	14.0a	21.2a	21.3a	69.2a
	蜜綠	CK	6.5a	6.5a	13.5b	20.8a	20.8a	68.0a
臺茶十二號	2004	70%	6.3a	6.7a	13.0a	19.0b	19.0a	65.5a
TTES	5/18	50%	6.5a	6.7a	13.3a	19.5b	19.5a	68.0a
No. 12	綠茶	CK	6.5a	6.8a	13.0a	21.0a	21.0a	68.3a
	2004	70%	6.8a	6.2a	14.7a	21.5a	20.0ab	69.2a
	7/12	50%	6.3a	5.8a	14.0a	20.0a	19.5b	65.7a
	綠茶	CK	6.3a	6.3a	13.5a	21.8a	21.0a	68.8a
	2005	70%	7.5b	7.0b	14.3a	20.5a	21.0a	70.3a
	5/9	50%	7.4ab	7.4a	13.5a	20.5a	20.7a	69.5a
	包種茶	CK	7.9a	7.5a	13.3a	20.3a	19.5b	68.4a
	2008	70%	6.5a	6.4a	13.9a	20.7a	20.3a	67.8a
	5/26	50%	6.4a	6.2a	13.7b	20.7a	20.0a	67.0a
	蜜綠	CK	6.6a	6.4a	13.3c	20.7a	20.3a	67.3a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

表十五、秋茶遮蔭對製茶品質之影響

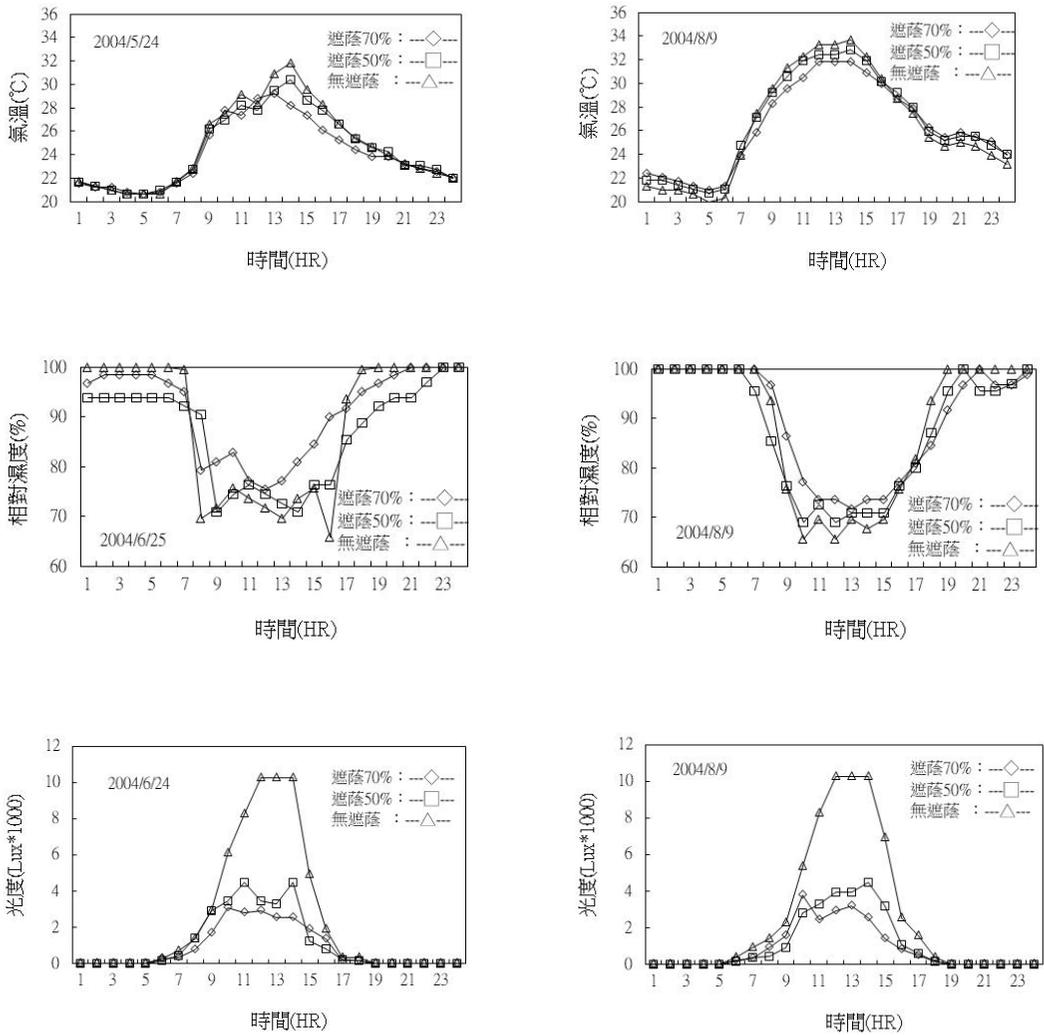
Table 15 Effect of shading on the made tea quality of tea tree in autumn tea season

茶季	年度	處理	形狀	色澤	水色 Liquor color	香氣	滋味	合計	
Tea season	Year	Treatment	Shape	Color	---	Aroma	Taste	Total	
								Score	
永康山茶 Yung-Kang wild tea	2004	70%	6.0a	6.0b	14.5a	22.5a	22.5a	71.5a	
	9/9	50%	6.0a	6.5a	13.0b	21.0b	21.0b	67.5b	
	蜜綠	CK	6.0a	5.5c	14.0ab	19.5c	19.5c	64.5c	
	2004	70%	5.7b	6.0a	15.3a	21.0a	22.0a	70.0a	
	10/21	50%	6.2ab	6.2a	16.0a	22.5a	21.5a	72.3a	
	綠茶	CK	6.5a	6.0a	16.0a	20.3a	20.3a	69.0a	
	2005	70%	5.5a	5.5a	12.2a	15.8a	15.8a	54.7a	
	9/14	50%	5.0b	5.0b	11.5a	16.5a	16.5a	54.5a	
	包種茶	CK	5.0b	5.0b	12.5a	16.5a	16.5a	55.5a	
	2005	70%	6.0b	6.0a	14.0a	17.0a	17.0a	60.0a	
	9/14	50%	6.0b	5.7b	14.2a	17.0a	16.5b	59.4b	
	蜜綠	CK	6.2a	5.5c	13.0b	17.0a	17.0a	58.7c	
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2004	70%	6.0a	3.3b	12.0c	21.0a	18.0b	60.3b	
	9/9	50%	6.0a	6.3a	13.5b	19.5b	19.5a	64.8a	
	蜜綠	CK	6.0a	4.0b	15.0a	19.5b	16.5c	61.0b	
	2004	70%	5.5a	6.0a	13.7a	24.0a	25.0a	74.2a	
	10/21	50%	6.2a	6.7a	14.0a	23.5a	22.5a	72.8a	
	綠茶	CK	6.3a	6.3a	15.0a	23.3a	23.3a	74.0a	
	2005	70%	6.0a	6.5a	12.3a	18.0a	18.0b	60.8a	
	9/14	50%	6.0a	6.5a	12.5a	18.0a	18.0b	61.0a	
	包種茶	CK	6.0a	6.0b	12.5a	18.0a	18.5a	61.0a	
	2005	70%	6.0a	5.3b	13.0b	22.5a	24.0a	70.8a	
	9/9	50%	6.0a	6.0a	13.0b	19.5b	22.5b	67.0b	
	蜜綠	CK	6.0a	6.5a	14.0a	19.5b	21.0c	67.0b	
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	2004	70%	6.5a	6.5a	14.7a	21.5a	19.0a	68.2b	
	10/21	50%	6.7a	6.5a	14.3a	22.0a	20.0a	69.5a	
	綠茶	CK	7.3a	7.3a	13.5a	21.0a	20.3a	69.3ab	
	2005	70%	7.2a	7.2a	12.2a	21.0a	20.0b	67.6b	
	9/14	50%	7.2a	7.2a	12.3a	21.0a	21.0a	68.7a	
	包種茶	CK	6.0b	7.0b	12.0a	21.0a	19.5c	65.5c	
	2005	70%	7.0b	7.2a	14.0a	21.5b	21.5a	71.2b	
	9/14	50%	7.2a	7.2a	14.9a	22.5a	21.5a	73.3a	
	蜜綠	CK	6.0c	6.5b	15.0a	21.5b	21.0b	70.0c	
	臺茶十二號 TTES No. 12	2004	70%	6.0a	5.5a	13.5a	21.8a	22.5a	69.3a
		9/9	50%	6.0a	5.8a	14.5a	18.8a	21.0b	66.0a
		蜜綠	CK	6.0a	6.0a	14.0a	20.3a	19.5c	65.8a
2004		70%	6.0a	6.5a	15.0a	22.0a	20.5a	70.0a	
10/21		50%	7.0a	6.8a	14.3a	22.0a	21.0a	71.2a	
綠茶		CK	6.0a	6.5a	15.5a	21.8a	21.8a	71.5a	
2005		70%	6.5c	6.7c	13.7a	19.8b	19.5b	66.2a	
9/14		50%	7.7a	7.0a	11.7b	21.0a	20.8a	68.1a	
包種茶		CK	7.0b	6.8b	11.4b	20.5a	20.0b	65.7a	
2005		70%	7.5a	7.0a	14.3b	21.5a	21.5a	71.8a	
9/14		50%	7.5a	7.0a	15.0a	20.3b	21.5a	71.3ab	
蜜綠		CK	7.5a	7.0a	13.7c	21.0a	21.5a	70.7b	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

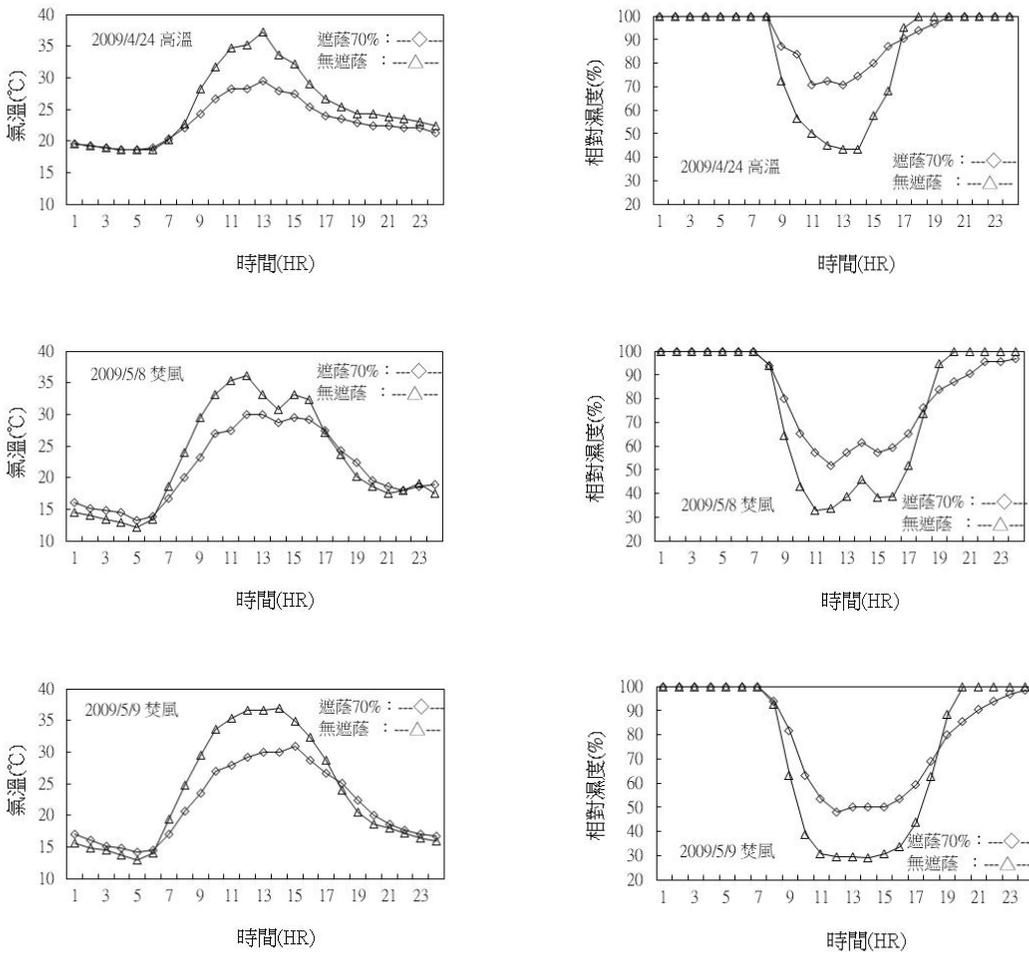
Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

夏秋茶季遮蔭對茶樹生育及品質之影響



圖一、遮蔭與無遮蔭茶園氣溫、相對濕度及光度變化

Fig. 1. Change of air temperature, relative humidity and light intensity in shading and open cultivation for tea garden



圖二、遮蔭與無遮蔭茶園在高溫及焚風環境之氣溫、相對濕度變化

Fig. 2. Change of air temperature, relative humidity in shading and open cultivation for tea garden with high temperature and foehn conditions

嫁接扦插茶樹生育及品質之研究

鄭混元

摘要

本試驗之目的在於探討嫁接扦插茶樹在田間生長情形、產量及品質變化的影響，以及調查天然災害發生時茶樹受害情形，藉由嫁接扦插技術來改善青心烏龍對氣候逆境之耐性，延續保存該品種之優良特性，做為推廣應用之參考依據。試驗處理包括 (A) 嫁接烏龍 (接穗青心烏龍，砧木臺茶十二號)、(B) 青心烏龍、(C) 臺茶十二號。結果顯示，嫁接扦插茶樹無論植株性狀、芽葉性狀、產量及品質相似於接穗品種青心烏龍，而且具有穩定持久性，利用嫁接扦插技術已經可以維持青心烏龍品種特性及製茶品質。雖然嫁接扦插茶樹成活率較高，但是由氣象災害調查結果顯示，在臺東低海拔茶區利用青心烏龍與臺茶十二號嫁接扦插組合，還是無法因應高溫乾旱之氣候逆境。

關鍵字：茶樹、嫁接扦插、生育、品質

前言

青心烏龍為優良之地方品種，製茶品質優異，雖然歷經數百年的栽培歷史，但還是廣為消費大眾所喜愛，歷久不衰而不致被淘汰，顯現其品種之特殊性，至今在臺灣栽培面積還高達60%以上。但由於其樹勢較弱，且對環境的忍受力較差，容易遭受氣候逆境之災害，以致其對病蟲害之抵抗性轉弱，嚴重時整株乾枯，茶農損失慘重，特別在乾旱年更易顯現出其對氣候逆境之反應，在乾早期青心烏龍茶樹容易枯死，而臺茶十二號較具耐旱性 (鄭等, 2015)。由於全球氣候變遷造成氣候異常現象逐年增加，亟需要育成耐逆境及具優異製茶品質的品種，但茶樹育種年限長久，無法於短時間內育成優於青心烏龍的品種；其次青心烏龍老舊茶園更新成本高，又有連作障礙，以臺刈更新樹勢，更新初期若遭受氣候逆境，更不利於栽培管理，而且更新後樹勢不易維持，經數年又呈現衰老現象。因此，希望能利用嫁接技術，以生長勢較弱之青心烏龍枝條為接穗，嫁接到生長勢較強之砧木上，提高青心烏龍抗環境逆境及抗病蟲害之能力 (蔡及吳, 1973)。利用抗旱性較差的品種嫁接到抗旱性較佳的砧木品種上，在乾旱的氣候環境下，嫁接茶樹之產量高於未嫁接茶樹，即原本抗旱性較差的茶樹，嫁接後抗旱性獲得改善，主要在於具有深根性之砧木品種 (蔡, 1984；蔡, 1987；駱等, 1999；Pallemulla et al., 1992；Nagarajah and Solomon, 1981；Tuwei et al., 2008)。蔡和吳 (1973) 指出青心烏龍品種經嫁接後對枝枯病之抵抗力有極明顯的增強，植株生長健旺，生葉收量亦有顯著的增加。老茶樹利用嫁接換種成效佳，具有良好的經濟效益 (駱等, 1999；駱等, 2000)，地上部為無性系，性狀一致，萌發整齊；地下部為有性系，根系分佈深，抗旱能力強，故兼有無性系與有性系的主要優點 (駱及劉, 2000)。

嫁接茶樹是利用成木茶樹做為砧木進行高接來更新茶園，雖然嫁接茶樹有上述之優點，但所耗

費的時間及勞力成本較高，而且不易大量繁殖，容易生長不定芽，缺株多，不符合經濟效益（郭及邱，2007a；楊及張，2004），在現行栽培品種中，只能利用少數的品種做為砧木，不易獲得生長勢強的砧木品種，選擇性不高。嫁接扦插（Cutting-graft）是選用極易發根的砧木品種，取下適合發根之插穗後，先嫁接所需之接穗品種再行扦插，使得嫁接部位的癒合與砧木插穗的發根同時在扦插時進行（陳及蔡，1992）。兩種嫁接方式，砧木生長年限不同，嫁接茶樹所用砧木為定植於田間之茶樹，大多數為老茶樹，嫁接扦插為當年生枝條。嫁接扦插苗繁殖技術已建立，而且可以大量繁殖，包括嫁接方法、枝條成熟度、砧穗組合、嫁接扦插時期對成活率之影響，以及幼苗生長狀況之探討（陳及蔡，1992；陳及蔡，1993）。並利用不同品種為砧木，以青心烏龍為接穗，經嫁接扦插一年後定植於田間，由於僅對幼木期茶菁產量、製茶品質及抗病性進行調查（郭及邱，2007a；郭及邱，2007b；江及巫，2009），對於產量及品質的穩定性尚有待持續觀察。因此，本試驗之目的在於探討嫁接扦插茶樹在田間生長情形、產量及品質變化的影響，以及調查天然災害發生時茶樹受害情形，藉由嫁接扦插技術來改善青心烏龍對氣候逆境之耐性，延續保存該品種之優良特性，做為推廣應用之參考依據。

材料與方法

一、材料

本試驗研究在臺東縣鹿野鄉龍田村茶業改良場臺東分場（北緯 22°54'37"、東經 121°07'25"）嫁接茶園試驗區進行，海拔 175 公尺。茶樹種植於 2002 年 11 月 13 日。

二、方法

- (一) 試驗處理：(A) 嫁接烏龍（接穗青心烏龍，砧木臺茶十二號）、(B) 青心烏龍、(C) 臺茶十二號。
- (二) 試驗設計：採用逢機完全區集設計（RCBD），三處理，四重複，三行區，每行十五株茶樹。
- (三) 調查項目：

分別於 2003 至 2009 年在不同茶季進行各處理茶樹成活率、植株性狀、芽葉性狀、萌芽密度、百芽重、產量及製茶品質調查，以及在 2014 年茶樹樹齡已達 12 年，一般茶樹正值旺盛時期，但由觀察嫁接烏龍及青心烏龍在田間生長情形反而呈現衰老缺株現象，而且茶樹生長期處於高溫時期，因此，調查茶樹成活率、不定芽及芽葉性狀，了解嫁接烏龍與青心烏龍及臺茶十二號在芽葉形態之變化。並於試驗期間發生氣象災害時進行茶樹受害調查。在 2003 至 2009 年及 2014 年調查記錄各項茶樹性狀，其中 2003 及 2014 年未調查葉片數、芽長，2003 年為一年生茶園茶樹冠面還未形成，所以未調查萌芽密度，2006 年秋茶及 2009 年春茶採摘，為同一區產量分別製成二種茶類，包種茶及綠茶。

1. 茶樹氣象災害調查

於試驗期間發生氣象災害時進行茶樹受害調查。

2. 植株性狀：測量樹高及樹寬，隨機量取 3 處計算平均值。

- (1) 樹高：量測地面至枝條最高部位。
- (2) 樹冠：係調查茶樹枝葉擴展寬度，選擇樹冠生育整齊之茶櫟為調查點。

3. 芽葉性狀：茶芽及葉片農藝性狀，每重複調查 10 個芽葉。

- (1) 葉片數：計算茶芽之葉片數。
- (2) 芽長：測量全芽長度，由芽葉基部至頂端之長度。

嫁接扦插茶樹生育及品質之研究

- (3) 採摘芽長：測量一心三葉茶芽之枝葉基部至頂端長度。
- (4) 節間徑：第二及第三節間枝梗直徑。
- (5) 節間長：第一葉腋至第二葉腋及第二葉腋至第三葉腋之長度。
- (6) 葉長：測量第二葉、三葉片最長之長度。
- (7) 葉寬：測量第二葉、三葉片最寬之寬度。
- (8) 葉面積：葉長 × 葉寬 × 0.7。
- (9) 葉厚：以厚度計測量葉片中間主脈兩旁厚度。

4. 萌芽密度、百芽重、產量

- (1) 萌芽密度：以 30 cm × 30 cm 密度框，測量計算樹冠中心茶芽數，隨機量取 3 處計算平均值。
- (2) 百芽重：測量 100 個採摘茶芽之鮮重及乾重，並計算含水量。
- (3) 產量：茶樹產量為調查小區面積內的產量，換算為單株產量。

5. 製茶品質

包種茶製作及品評：於各茶季採製條形包種茶，並進行感官品評，秤取茶葉 3 公克，沖泡於 150 毫升之沸水中 5 分鐘，品評項目分為形狀 (10%)、色澤 (10%)、水色 (20%)、滋味 (30%) 及香氣 (30%) (阮, 1995)。本試驗品評小組由 5 位具有多年從事茶業研究及品評工作之研究人員所組成。

三、資料分析

上述分析資料利用 SAS 統計分析，先進行變方分析，處理間達 5% 顯著差異時，再以最小顯著性差異測驗法 (LSD) 比較各處理間之差異。

結果與討論

一、茶樹田間成活率、生長及氣象災害調查

一年生嫁接烏龍茶樹成活率高達 100%，青心烏龍及臺茶十二號成活率同樣高達 99%，二年生及七年生嫁接烏龍成活率達 90%，青心烏龍及臺茶十二號成活率分別為 80% 及 92%，嫁接烏龍與青心烏龍達到顯著的差異，十二年生嫁接烏龍成活率達 83%，顯著高於青心烏龍 74%，臺茶十二號尚有 89% 的成活率 (表一)。由成活率高低顯示嫁接烏龍可以改善青心烏龍樹勢，增加栽培年限。

一年生茶樹生長情形以臺茶十二號生長勢較強，分枝數及分枝長大於嫁接烏龍及青心烏龍，顯示臺茶十二號生長特性符合做為砧木之需求，十二年生嫁接烏龍不定芽生長達 20.5% (表一)。郭及邱 (2007a) 指出青心烏龍嫁接扦插苗定植第三年，以臺茶十二號及青心大有為砧木有較多不定芽產生，勢必影響茶園管理及茶菁品質，臺茶八號、臺茶十七號為砧木則無不定芽產生。不定芽會與接穗競爭水分及養分，如放任生長，則無法達到嫁接後品種的整齊度，即需要摘除不定芽，使得接穗芽梢生長強壯，以抑制不定芽，即使產生不定芽，亦因光照不足、養分供給有限而生長不良 (駱及劉, 2000)。因此，砧木的選擇非常重要，不但需要生長勢強的品種，而且還要篩選出主幹不易產生不定芽的品種，才不會增加茶園管理及茶園品種混雜的困擾，而不至於影響製茶品質。

因為青心烏龍樹勢較弱，不耐氣候逆境，尤其高溫炎熱環境，易發生枝枯病危害，影響茶樹生育及品質甚鉅，所以本試驗期間機動性進行茶樹氣象災害調查。在 2003 年杜鵑颱風來襲期間，由臺東氣象站觀測的最大風速達 12.5 m/s，鹿野降雨量高達 587 mm，並調查茶樹受害情形，一年生嫁接烏龍枯死率低於青心烏龍，而且與臺茶十二號差異不顯著，可能在於做為砧木之臺茶十二號品種樹勢較強壯，根群發育佳，以致受風害程度較輕微。2007 年鹿野茶區旱害發生時進行受害調查，

旱害期間降雨量只有 4 mm，降雨日數 3 日（鄭等，2015），五年生幼木茶樹嫁接烏龍及青心烏龍受害率皆低於 3%，臺茶十二號則未受害，可能為幼木期茶園，茶樹正值旺盛期，樹勢強，因此沒有明顯受害。至 2014 年高溫時期再行調查，七月平均最高溫度為 33.7 °C，日最高溫度達 36.9 °C，十二年生茶樹已轉弱勢，嫁接烏龍枝枯率達 46.3%，顯著高於青心烏龍 27.6%，臺茶十二號則未呈現枝枯現象（表一）。但嫁接烏龍成活率則顯著高於青心烏龍，為何受害反而較嚴重，可能在高溫乾旱時期，因茶樹底層不定芽競爭太多水分及養分，使得冠面芽葉供應不足，以致受害率較高。本試驗嫁接烏龍從定植後並未進行去除不定芽之管理工作，是否因此影響茶樹生長及對不良環境之抗性。所以田間種植嫁接烏龍需要先解決不定芽問題，無論從栽培管理或砧木的選擇，皆需要再行探討。蔡（1987）及駱等（1999）指出茶樹嫁接後抗旱性獲得改善。本試驗嫁接扦插茶樹並沒有相同的結果，可能在於嫁接方式或使用不同的砧木。雖然臺茶十二號生長勢強品質佳，但因易產生不定芽，似乎不適合做為砧木品種，再者本試驗地點在臺東屬於低海拔茶區，所面臨的氣候逆境風險更高於其他茶區，颱風、焚風、高溫、乾旱常影響茶樹生長，雖然嫁接茶樹成活率較高，但是由以上氣象災害調查結果顯示，在臺東低海拔茶區利用青心烏龍與臺茶十二號嫁接扦插組合，還是無法因應高溫乾旱之氣候逆境。

由上述顯示在面臨氣候變遷造成極端氣候的影響，茶樹抗逆境品種研發的重要性，近年來茶改場已針對低溫及高溫乾旱茶樹抗耐逆境品種進行篩選，以含水量、脯氨酸、脂質過氧化程度為抗逆境指標，已選出小葉種 3 個耐低溫品系與 5 個耐高溫乾旱品系、大葉種 4 個耐低溫品系與 2 個耐高溫乾旱品系、山茶種 5 個耐低溫品系與 3 個耐高溫乾旱品系，可依照育種目標做為種內或種間雜交親本（劉等，2016）。而且進行茶樹乾旱指標建置及減災調適，以葉片與莖桿夾角大小、葉片形態變化、葉色、葉面光澤及皺褶做為判定乾旱程度之指標（林等，2018）。其他如茶樹生長旺盛、樹勢健壯、根系深廣、葉片結構緊湊、葉面光滑、葉質硬、葉脈密、角質層厚質、新梢持嫩性、高根冠比，其抗旱性較強（鄭等，2015）。張及謝（2015）指出茶樹抗旱性鑑定可依分級、葉片耐旱性及萎凋係數檢定法進行篩選；還原糖、細胞液濃度、上表皮厚度、柵狀組織厚度、葉片較小、葉色較濃、葉肉較厚、葉質較脆，皆可做為茶樹抗寒性之指標。為了大量篩選具有抗逆境品種（系），進行有效率的選拔，做為以後雜交親本或嫁接接穗及砧木選擇之材料，必須找出茶樹抗逆境關鍵性指標，因此，茶樹抗逆境指標還有待建立，才能夠因應未來更嚴峻的氣候變遷。

二、植株性狀

由歷年各茶季茶樹生長以臺茶十二號最高大，樹冠亦最寬廣，其樹高及樹冠顯著大於嫁接烏龍與青心烏龍，嫁接烏龍與青心烏龍樹高及樹冠相近，而且未達顯著的差異（表二），由此顯示嫁接烏龍樹高及樹冠趨近於接穗品種，砧木品種影響不大。駱等（1999）指出嫁接茶樹的萌芽期相似於接穗品種，側枝形成早，對樹冠寬廣的形成有促進作用。嫁接茶樹主枝生長勢強，側枝生長勢也不弱，頂端優勢對側枝的抑制力弱，這與根系提供的養分充足有密切關係，表現出頂、側芽生長模式（駱等，2001）。本試驗嫁接扦插茶樹並沒有相同的結果，可能在於嫁接方式不同，其砧木為已定植於田間之成木茶樹。由於嫁接茶樹年生長量大，分枝數、分枝長、分枝徑粗大於臺刈茶樹，對嫁接茶樹樹冠培養應不同於一年定剪一次的培養模式，改以進行一年定剪二次，促使樹冠的橫向擴展（駱等，2001）。本試驗嫁接扦插茶樹定植於田間，主枝及分枝生長相近於一般扦插苗，樹高及樹冠並沒有顯著的差異。

三、芽葉性狀

由歷年各茶季的茶芽性狀，無論葉片數、芽長、採摘芽長、節間徑與長，皆以臺茶十二號顯著大於嫁接烏龍及青心烏龍，嫁接烏龍與青心烏龍茶芽性狀相近，幾乎未達顯著的差異（表三）。葉長、寬與面積及葉厚亦呈現相同的趨勢（表四）。楊及張（2004）指出幼木期嫁接扦插苗葉片形似

嫁接扦插茶樹生育及品質之研究

接穗品種青心烏龍，而且葉片大小及厚度較青心烏龍大，介於青心烏龍及臺茶十二號之間。本試驗嫁接烏龍芽葉性狀相似於接穗品種青心烏龍，但幾乎沒有顯著的差異。可能是由於在不同地點進行試驗，氣候環境的差異造成的結果，本試驗地點在茶業改良場臺東分場茶園，海拔 175 m，為低海拔茶區，氣溫高日照強，氣候條件不同於北部茶區，東部茶區由於氣候的關係，茶芽生長快速，生長期較短，以致處理間芽葉性狀的差異可能不同於北部茶區。在嫁接茶樹則因砧木具強大的根系，集中營養給個別接穗，使得嫁接茶樹有著較強的生長勢，嫁接後芽梢的生長量大，持續生長期長(駱等，1999)。本試驗嫁接扦插茶樹不同於嫁接茶樹，並沒有與接穗品種差異顯著的芽葉性狀變化。Nyirenda and Kayange (1984) 認為高產的接穗僅在非常旺盛的砧木上產生比對照更粗徑枝條，而弱的砧木對植株生長產生負面影響。

四、萌芽密度、百芽重、產量

嫁接烏龍萌芽密度及百芽重與青心烏龍未達顯著的差異，兩者茶芽生育特性相似，而且萌芽密度顯著高於砧木品種臺茶十二號，百芽重則顯著低於臺茶十二號(表五)。茶菁產量同樣低於臺茶十二號，而且達到顯著的差異(表六)。蔡(1984)指出嫁接茶樹形態上仍保持原有品種之特徵，砧木強壯者茶樹發育亦較優，顯著增產。本試驗嫁接烏龍並無增產效益，可能在於不同的嫁接方式，嫁接茶樹老茶園根群分佈廣且具深根性，養分及水分利用率高，而且其對照品種臺茶五號為新種植茶樹，以致嫁接茶樹增產現象較為明顯(蔡，1984)。嫁接到合適的砧木上可以顯著提高茶樹的產量(Kayange et al., 1981; Tuwei et al., 2008)。所以砧木的選擇相當重要，由於本試驗只有以臺茶十二號為砧木進行研究，所以對砧木之強弱，以及其與接穗互相協調作用，對茶樹生育及產量的影響無從評估，由本試驗歷年各茶季嫁接烏龍萌芽密度、百芽重及產量的變化，可以看出是穩定的相似於接穗品種青心烏龍。郭及邱(2007a)在南投鹿谷茶區以青心烏龍嫁接不同砧木品種，茶菁產量普遍高於青心烏龍扦插苗。本試驗嫁接烏龍產量並沒有相同的結果，可能在於不同試驗地點氣候環境差異及砧木品種的影響。

五、製茶品質

雖然嫁接烏龍製茶品質在大部分茶季稍低於青心烏龍，但有些茶季反而高於青心烏龍，而且部分茶季達到顯著的差異，無論嫁接烏龍或青心烏龍，在大部分茶季製茶品質皆低於臺茶十二號，有些茶季尚達到顯著的差異(表六、七)，其主要原因可能在於本試驗地點海拔只有 175 m，氣候條件影響青心烏龍茶樹生長，其樹勢較弱，亦影響芽葉化學成分，臺茶十二號適合生長在低海拔茶區，產量高，芽葉生長良好，茶菁品質佳，製茶品質優異，因此，有些茶季反而有較佳的品質。由此，顯示嫁接烏龍品質比較趨近於接穗品種青心烏龍，由上述可看出歷年各茶季製茶品質的變化呈現穩定的趨勢。茶樹芽葉形態與製茶品質有著密切的關係，因為嫁接烏龍經歷年各茶季調查之芽葉性狀相似於青心烏龍，而且具有穩定性及持久性，因此，製茶品質與芽葉形態有相同的結果。郭及邱(2007b)以青心烏龍嫁接不同砧木其製茶品質，仍具有青心烏龍品種特性，而且與青心烏龍扦插苗並無明顯差異。Kayange et al. (1981) 及 Tuwei et al. (2008) 亦認為對茶葉品質影響不大。本試驗製茶品質的變化約略有相同的結果。但楊及張(2004)則指出嫁接烏龍製茶品質有接穗品種青心烏龍的香氣滋味，以及砧木品種臺茶十二號的喉韻，甚至帶一點臺茶十二號的奶香。砧木樹勢旺盛，在乾早期其根部易於自土壤中深處吸收水分，促進茶芽正常生長，葉質較柔軟，不易老化，有助於製茶品質之改進(蔡，1987)。

結 論

嫁接扦插茶樹無論植株性狀、芽葉性狀、產量及品質相似於接穗品種青心烏龍，而且具有穩定持久性，利用嫁接扦插技術已經可以維持青心烏龍品種特性及製茶品質。未來還需要針對抗逆境之嫁接扦插品種進行研究，才能因應氣候變遷，而能夠維持青心烏龍之長久栽培，不致因氣象環境災害，使得青心烏龍消失於茶業市場。東部低海拔茶區氣候逆境頻繁，利用嫁接扦插技術改進青心烏龍抗逆境，必須再尋找樹勢強壯，具深根性，不易有不定芽生長之砧木品種，以臺茶十二號為砧木品種尚無法因應氣候變遷的影響，大葉種主幹明顯之喬木型茶樹及實生苗皆符合嫁接扦插生育特性，可以嘗試加以利用此特性改善青心烏龍嫁接扦插之抗逆境。

參考文獻

1. 江正享、巫嘉昌. 2009. 應用嫁接技術改進青心烏龍品種抗病性之研究. 茶業改良場年報 pp. 31-32。
2. 阮逸明. 1995. 茶葉品質鑑定法. pp. 45-64. 茶業技術推廣手冊（製茶篇）. 臺灣省茶業改良場編印。
3. 林儒宏、林金池、邱垂豐、郭寬福、鄭混元、劉千如、簡靖華、蘇彥碩、余錦安. 2018. 茶樹乾旱指標建置及減災調適. 茶業改良場年報 pp. 35-46。
4. 陳右人、蔡俊明. 1992. 茶樹嫁接扦插時期與成活後幼苗生長狀況之探討. 臺灣茶業研究彙報 11: 11-20。
5. 陳右人、蔡俊明. 1993. 嫁接方法、枝條成熟度及砧穗組合對茶樹嫁接扦插成活率之影響. 臺灣茶業研究彙報 12: 65-74。
6. 郭寬福、邱進返. 2007a. 應用嫁接技術改進青心烏龍生產力之研究. 茶業改良場年報 pp. 69-71。
7. 郭寬福、邱進返. 2007b. 青心烏龍嫁接不同砧木製茶品質比較試驗. 茶業改良場年報 pp. 72-75。
8. 張清寬、謝靜敏. 2015. 茶樹抗氣候逆境優良新品種選育技術. pp. 137-148. 茶樹氣象調查及防護技術研討會專刊. 行政院農業委員會茶業改良場編印。
9. 楊美珠、張清寬. 2004. 嫁接扦插技術在茶樹繁殖上之推廣與應用. 茶業專訊 4-5。
10. 鄭混元、余錦安、范宏杰. 2015. 茶樹旱害影響因子及其對芽葉生育之影響. 臺灣茶業研究彙報 34: 63-86。
11. 劉千如、蔡憲宗、邱垂豐、蘇彥碩. 2016. 茶樹低溫、高溫及乾旱品系選育及產品之開發. 茶業改良場年報 pp. 11-12。
12. 駱耀平、吳姍、錢利生、須海榮、屠幼英. 1999. 嫁接茶樹新梢生育特性的研究. 浙江大學學報（農業與生命科學版）25: 653-656。
13. 駱耀平、吳姍、王玲玲、樓鑫華、錢利生. 2000. 老茶樹嫁接換種的效應. 茶葉科學 20: 36-39。
14. 駱耀平、劉祖生. 2000. 老茶園換種新技術講座 第三講 嫁接茶樹的田間管理. 茶葉 25: 152-153。
15. 駱耀平、吳姍、錢利生. 2001. 嫁接茶樹的分枝習性研究. 浙江大學學報（農業與生命科學版）

嫁接扦插茶樹生育及品質之研究

27: 215-217。

16. 蔡俊明、吳振鐸. 1973. 茶樹嫁接對於親和力與抵抗枝枯病以及製茶品質的關係的研究. 臺灣農業 9: 73-86。
17. 蔡俊明. 1984. 嫁接在茶樹栽培上之應用. 臺灣茶業研究彙報 3: 55-67。
18. 蔡俊明. 1987. 抗早期對嫁接茶樹之茶芽生長及產量的影響. 臺灣茶業研究彙報 6: 9-14。
19. Kayange, C. W., Scarborough, I. P., and Nyirenda, H. E. 1981. Rootstock influence on yield and quality of tea (*Camellia sinensis* L.) Journal of Horticultural Science 56: 117-120.
20. Nagarajah, S., and Solomon, H. R. 1981. Grafting for drought resistance in clonal tea. Tea Q. 50: 172-174.
21. Nyirenda, H. E., and Kayange, C. W. 1984. Effect of rootstocks on components of yield in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). 2. Stem circumference and number of branches. Journal of Horticultural Science 59: 589-594.
22. Pallemulla, D., Shanmugarajah, V., and Kathirave, A. 1992. Effect of grafting fresh cuttings on yield and drought resistance in tea. S. L. J. Tea Sci. 61: 45-50.
23. Tuwei, G. K., Kaptich, F. K. K., Langat, M. C., Chomboi, K. C., and Corley, R. H. V. 2008a. Effects of grafting on tea 1. Growth, yield and quality. Experimental Agriculture 44: 521-535.
24. Tuwei, G. K., Kaptich, F. K. K., Langat, M. C., Smith, B. G. and Corley, R. H. V. 2008b. Effects of grafting on tea 2. Drought tolerance. Experimental Agriculture 44: 537-546.

Study on the Growth and Quality of Cutting-Graft Tea Tree

Hun-Yuan Cheng

Summary

The purpose of this experiment was to investigate the effects of cutting-graft tea tree plantation on field growth, yield and quality changes, as well as investigate the injury of tea trees during natural disasters, and improve the tolerance of Chin-Shin Oolong to climate adversity by cutting-graft techniques. Continue to preserve the excellent characteristics of the cultivar as a reference for promotion and application. The experimental treatments included (A) Cutting-graft Oolong (Scion: Chin-Shin Oolong, Rootstock: TTES No.12), (B) Chin-Shin Oolong, and (C) TTES No.12. The results of the experiment showed that the plant traits, shoot characteristics, yield and quality of the cutting-graft tea trees were similar to those of the scion cultivar Chin-Shin Oolong, and they were stable and persistent. The cutting-graft technique could maintain the characteristics of the Chin-Shin Oolong cultivar and the quality of the tea. Although the survival rate of cutting-graft tea trees was higher, the results of meteorological disaster investigations show that in the low-altitude tea plantation of Taitung, the combination of Chin-Shin Oolong and TTES No. 12 cutting-graft was still unable to overcome the high temperature and drought climate adversity.

Key words: Tea tree, Cutting-graft, Growth, Quality

嫁接扦插茶樹生育及品質之研究

表一、嫁接烏龍、青心烏龍及臺茶十二號茶樹田間成活率、生長及氣象災害調查

Table 1 Investigation on survival ratio, growth and meteorological disaster of cutting-graft Oolong, Chin-Shin Oolong and TTES No.12 in the field

調查日期 Investigation Date	調查項目 Investigation items	生長期 Growth stage	嫁接烏龍 Cutting-graft Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong,	臺茶十二號 TTES No.12
2003/1/16	成活率(%)	一年生	100.0a	99.4a	99.2a
2004/9/22		二年生	90.0a	80.3b	92.5a
2009/6/10		七年生	90.0a	80.3b	92.5a
2014/7/29		十二年生	83.1a	73.9b	88.6a
2003/4/22	樹高(cm)	一年生	40.7a	37.8a	44.1a
	分枝數(no.)	一年生	4.6a	4.5a	5.0a
	分枝長(cm)	一年生	23.4b	24.4b	30.4a
2014/7/25	不定芽(%)	十二年生	20.5	0	0
2003/9/22	風害枯死率(%)	一年生	4.7b	11.4a	1.4b
2003/9/29		一年生	9.7b	19.7a	6.7b
2003/10/6		一年生	9.7b	19.2a	6.9b
2007/7/18	旱害枝枯率(%)	五年生	<3	<3	0
2014/7/29	高溫枝枯率(%)#	十二年生	46.3a	27.6b	0c

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

#:枝枯病、枝枯率，大於 20%的株數比率

表二、嫁接烏龍、青心烏龍及臺茶十二號茶樹植株性狀調查

Table 2 Investigation on plant characteristic of cutting-graft Oolong, Chin-Shin Oolong and TTES No.12

年度 Year	茶季 Tea season	樹高 Tree height			樹寬 Tree width		
		嫁接烏龍	青心烏龍	臺茶十二號	嫁接烏龍	青心烏龍	臺茶十二號
		cm			cm		
2003(1)	早春茶	45.6a	44.3a	45.9a	46.2a	45.6a	47.4a
	春茶	40.7a	37.8a	44.1a	—	—	—
2004(2)	秋茶 1	76.3b	76.3b	92.8a	82.9b	77.3c	93.5a
	冬茶	77.9b	76.5b	92.2a	76.2b	73.1b	89.4a
2005(3)	春茶	57.6b	58.0b	74.5a	71.1b	68.0b	90.2a
	夏茶	67.0b	66.4b	85.6a	75.1b	76.0b	96.6a
	夏茶 1	85.2b	84.5b	106.6a	92.8b	89.8b	107.1a
2006(4)	秋茶 2	81.1b	81.8b	105.7a	96.6b	96.9b	118.8a
	春茶	61.8b	62.6b	81.5a	92.1b	91.8b	115.9a
	夏茶	70.4b	73.0b	94.8a	93.3b	91.8b	112.5a
	秋茶	78.2b	80.7b	100.1a	100.7b	103.3b	127.6a
	冬茶	65.4b	66.9b	83.4a	99.5b	97.3b	119.8a

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

1：第一次、2：第二次、—：未調查

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

表三、嫁接烏龍、青心烏龍及臺茶十二號茶芽性狀調查

Table 3 Investigation on shoot characteristic of cutting-graft Oolong, Chin-Shin Oolong and TTES No.12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treat- ment	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘芽長 Plucking length	節間徑 Internode diameter		節間長 Internode length	
						—	二	—	二
						---mm---		---cm---	
2003(1)	秋茶	C	—	—	8.7ab	1.96b	2.20b	0.98b	1.57ab
		O	—	—	8.4b	1.93b	2.19b	0.84b	1.42b
		T	—	—	9.3a	2.08a	2.35a	1.17a	1.76a
2004(2)	春茶	C	5.2b	12.7c	9.2b	1.63b	1.84b	1.07b	1.71b
		O	5.4b	13.7b	9.0b	1.63b	1.87b	1.00b	1.81b
		T	6.1a	22.1a	12.3a	1.77a	2.16a	1.63a	3.02a
	秋茶	C	6.1b	20.5b	10.1b	1.83a	2.15b	1.52b	2.68b
		O	6.3ab	20.3b	9.9b	1.87a	2.20ab	1.53b	2.66b
		T	6.3a	27.5a	11.2a	1.89a	2.24a	1.69a	3.13a
	冬茶	C	6.3a	14.8a	8.8a	1.88a	2.14a	0.96a	1.51a
		O	6.1a	14.5a	8.8a	1.96a	2.18a	0.96a	1.58a
		T	6.1a	14.0a	8.5a	1.93a	2.17a	0.94a	1.45a
2005(3)	春茶	C	4.8b	16.7b	11.2b	1.84c	2.15c	1.91b	3.13b
		O	4.9b	17.8b	11.4b	1.91b	2.24b	1.96ab	3.20b
		T	5.9a	25.0a	12.9a	2.10a	2.43a	2.16a	4.14a
	夏茶	C	7.0b	24.3b	11.2b	2.01b	2.33b	1.79b	2.87b
		O	6.6b	24.3b	11.5b	2.13a	2.42ab	2.01ab	2.89b
		T	7.7a	32.2a	12.5a	2.16a	2.46a	2.20a	3.27a
	秋茶	C	7.3a	23.2b	9.3a	1.61a	1.90a	1.20a	2.21a
		O	7.0a	23.2b	9.2a	1.64a	1.95a	1.11a	2.20a
		T	7.2a	31.2a	9.8a	1.67a	1.97a	1.40a	2.54a
2006(4)	春茶	C	4.9c	15.0b	10.7b	1.69b	1.96b	1.54a	2.40b
		O	5.3b	15.4b	10.2b	1.70b	1.95b	1.38a	2.30b
		T	5.8a	22.3a	12.4a	1.79a	2.12a	1.58a	2.94a
	夏茶	C	5.5a	21.5b	11.6b	1.82a	2.10a	1.54a	3.16a
		O	6.0a	21.4b	11.5b	1.84a	2.21a	1.52a	3.13a
		T	6.5a	27.1a	12.5a	1.86a	2.20a	1.64a	3.24a
	秋茶	C	6.5a	19.1b	8.9b	1.68b	1.85b	1.15b	1.86b
		O	6.4a	18.8b	9.1b	1.73ab	1.90ab	1.32b	1.96b
		T	6.3a	25.2a	11.3a	1.79a	2.00a	1.97a	2.92a
冬茶	C	4.1b	7.5b	5.9b	1.51b	1.69b	0.42b	0.82b	
	O	4.1b	8.0b	6.0ab	1.52b	1.67b	0.47b	0.84ab	
	T	4.7a	10.2a	6.5a	1.60a	1.77a	0.62a	1.06a	
2009(7)	春茶	C	5.0ab	14.0b	9.9b	1.59b	1.86b	1.15b	2.27b
		O	4.8b	12.9b	9.3b	1.58b	1.84b	1.07b	1.98b
		T	5.2a	18.5a	11.5a	1.69a	2.04a	1.46a	2.95a
	夏茶	C	5.4a	17.2b	10.9b	1.71a	1.92b	1.63ab	2.48b
		O	5.2a	16.0b	10.2c	1.67a	1.88b	1.46b	2.30b
		T	5.5a	21.1a	11.7a	1.73a	2.04a	1.82a	2.93a
2014(12)	秋茶	C	—	—	7.9b	0.71b	1.25b	1.77a	1.98a
		O	—	—	8.0b	0.76b	1.39b	1.77a	1.99a
		T	—	—	9.5a	1.90a	2.16a	1.12b	2.27a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$. C: 嫁接烏龍、O: 青心烏龍、T: 臺茶十二號、—: 未調查

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

嫁接扦插茶樹生育及品質之研究

表四、嫁接烏龍、青心烏龍及臺茶十二號葉片農藝性狀調查

Table 4 Investigation on leaf agronomic characteristic of cutting-graft Oolong, Chin-Shin Oolong and TTES No.12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	葉長 Leaf length		葉寬 Leaf width		葉面積 Leaf area		葉厚 Leaf thickness	
			二	三	二	三	二	三	二	三
			---cm---		---cm---		---cm ² ---		---mm---	
2003(1)	秋茶	C	5.4b	6.4b	1.9b	2.4b	7.2b	10.6b	0.290a	0.346a
		O	5.4b	6.5b	1.9b	2.4b	7.2b	10.9b	0.292a	0.340a
		T	5.8a	7.2a	2.6a	3.3a	10.6a	16.8a	0.269b	0.329a
2004(2)	春茶	C	5.8b	6.3c	2.0b	2.1c	8.0b	9.0c	0.255a	0.296a
		O	5.8b	6.8b	2.0b	2.2b	8.1b	10.6b	0.245b	0.294a
		T	6.5a	8.1a	2.7a	3.4a	12.3a	19.5a	0.242b	0.279b
	秋茶	C	5.1a	6.5a	1.7b	2.3b	6.1b	10.4b	0.245a	0.287a
		O	5.1a	6.4a	1.8b	2.3b	6.2b	10.5b	0.246a	0.290a
		T	5.0a	6.6a	2.2a	3.0a	7.6a	14.1a	0.227b	0.259b
	冬茶	C	5.3a	6.3b	2.0b	2.5b	7.6ab	11.1b	0.273ab	0.343a
		O	5.1a	6.6ab	1.9b	2.6b	6.9b	12.2b	0.283a	0.351a
		T	5.3a	6.7a	2.2a	3.1a	8.3a	14.7a	0.268b	0.323b
2005(3)	春茶	C	5.8b	6.6c	1.9b	2.3c	7.6b	10.7c	0.269a	0.317a
		O	5.8b	6.9b	1.9b	2.5b	7.7b	12.2b	0.270a	0.322a
		T	6.1a	8.1a	2.4a	3.4a	10.1a	19.3a	0.256b	0.297b
	夏茶	C	5.3c	6.4c	1.8c	2.2c	6.7c	10.0c	0.260b	0.309b
		O	5.5b	6.5b	2.0b	2.4b	7.8b	10.9b	0.267a	0.321a
		T	5.8a	6.9a	2.4a	3.0a	9.9a	14.8a	0.260b	0.308b
	秋茶	C	4.8a	5.9a	1.8b	2.2b	5.9a	9.1b	0.252a	0.295a
		O	4.7a	5.7a	1.8b	2.2b	5.8a	8.7b	0.248ab	0.289a
		T	4.7a	5.9a	2.1a	2.7a	7.0a	11.1a	0.232b	0.260b
2006(4)	春茶	C	6.2b	7.1b	2.1b	2.5b	9.2b	12.4b	0.254a	0.314a
		O	6.0b	6.9b	2.1b	2.5b	8.7b	12.0b	0.260a	0.312a
		T	6.8a	8.4a	2.7a	3.6a	13.0a	21.3a	0.238b	0.280b
	夏茶	C	5.5a	7.4a	1.9b	2.7b	7.3b	14.3ab	0.241ab	0.287a
		O	5.3a	7.0a	1.9b	2.5b	7.1b	12.3b	0.251a	0.294a
		T	5.7a	7.5a	2.2a	3.2a	9.0a	16.5a	0.230b	0.274b
	秋茶	C	5.0b	5.9b	1.7b	2.1b	6.1b	8.8b	0.246a	0.289a
		O	5.0b	5.9b	1.8b	2.1b	6.3b	8.8b	0.249a	0.292a
		T	5.5a	6.5a	2.4a	3.0a	9.3a	13.8a	0.234b	0.272b
冬茶	C	4.0a	4.1ab	1.6b	1.7b	4.3b	5.1b	0.249a	0.298a	
	O	4.0a	4.0a	1.6b	1.7b	4.4b	4.8b	0.239ab	0.290a	
	T	4.2a	4.5a	2.0a	2.3a	5.8a	7.4a	0.236b	0.277b	
2009(7)	春茶	C	5.7b	6.9b	1.9b	2.3b	7.7b	11.1b	0.242a	0.285a
		O	5.6b	6.3c	1.8b	2.1b	6.9b	9.5c	0.242a	0.283a
		T	6.2a	8.0a	2.5a	3.4a	11.2a	18.9a	0.228b	0.261b
	夏茶	C	5.7b	6.9b	2.0b	2.6b	8.0b	12.8b	0.267a	0.326a
		O	5.3c	6.5c	1.9b	2.5b	7.1c	11.3c	0.265a	0.317a
		T	6.0a	7.4a	2.4a	3.1a	10.1a	15.9a	0.236b	0.280b
2014(12)	秋茶	C	4.9a	5.4b	1.8b	2.1b	6.3b	8.0b	0.290a	0.346a
		O	4.8a	5.7a	1.8b	2.3b	6.1b	9.0b	0.275ab	0.328b
		T	4.8a	6.4a	2.3a	3.2a	7.8a	14.4a	0.270b	0.306c

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$. C: 嫁接烏龍、O: 青心烏龍、T: 臺茶十二號

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

表五、嫁接烏龍、青心烏龍及臺茶十二號萌芽密度及百芽重調查

Table 5 Investigation on shoot density and 100-shoot weight of cutting-graft Oolong, Chin-Shin Oolong and TTES No.12

年度 Year	茶季 Tea season	萌芽密度 Shoot density			百芽重 100-shoot weight		
		嫁接烏龍	青心烏龍	臺茶十二號	嫁接烏龍	青心烏龍	臺茶十二號
		---Buds/30×30cm---			---g---		
2003(1)	秋茶 1	—	—	—	92.3b	88.5b	120.5a
2004(2)	秋茶 1	68.5b	66.7b	77.2a	93.8b	94.5b	113.5a
	冬茶	39.8a	38.2a	31.8b	96.5a	101.8a	105.8a
2005(3)	春茶	46.8ab	47.9a	42.3b	76.5b	82.0b	141.5a
	夏茶	58.3a	52.5a	43.9b	105.5c	116.5b	158.0a
	夏茶 1	41.4a	44.1a	34.6b	111.8b	122.8b	155.1a
2006(4)	秋茶 2	58.7a	53.5ab	48.8b	76.0b	77.0b	87.5a
	春茶	72.8a	73.0a	57.7b	101.6ab	96.2b	127.2a
	夏茶	52.7a	54.8a	44.6a	109.5a	111.0a	130.0a
	秋茶	60.2a	59.2a	46.7b	73.8b	79.0b	110.3a
2009(7)	冬茶	73.9a	76.2a	59.4b	40.5b	43.0b	54.3a
	春茶	65.1a	64.3a	62.6a	81.3b	75.0b	125.2a
	夏茶 1	67.9b	71.7ab	74.5a	104.1a	89.0b	115.1a

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

1：第一次、2：第二次

—：未調查

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

嫁接扦插茶樹生育及品質之研究

表六、嫁接烏龍、青心烏龍及臺茶十二號產量及品質調查

Table 6 Investigation on shoot yield and made tea quality of cutting-graft Oolong, Chin-Shin Oolong and TTES No.12

年度 Year	茶季 Tea season	產量 Yield			品質 Quality		
		嫁接烏龍	青心烏龍	臺茶十二號	嫁接烏龍	青心烏龍	臺茶十二號
		---g/plant---			---Score---		
2003(1)	秋茶 1	9.2	12.8	22.7	—	—	—
2004(2)	夏茶 1	12.3	11.1	24.2	71.7b	76.0a	74.2a
	秋茶 1	46.7b	40.3c	72.6a	68.1b	73.3a	73.4a
	冬茶	31.4b	44.0a	40.9ab	65.1a	62.5b	66.1a
2005(3)	春茶	33.2c	43.7b	57.2a	67.9b	71.9a	73.4a
	夏茶 1	39.5b	49.5b	83.7a	67.8b	70.4ab	72.5a
	夏茶 2	41.3b	51.8a	52.9a	64.7a	65.7a	64.9a
	秋茶 1	44.2b	54.5b	90.8a	60.4c	65.8a	62.1b
2006(4)	秋茶 2	74.6b	83.0b	116.9a	64.6c	67.2b	70.4a
	春茶	35.4b	42.4b	77.6a	68.2b	64.6c	70.9a
	夏茶	62.4a	84.0a	86.3a	64.9a	60.6b	67.0a
	秋茶	74.2b	77.7b	123.0a	64.0b	64.4ab	65.8a
	秋茶#	—	—	—	63.7b	65.3a	63.6b
2007(5)	冬茶	23.1a	29.4a	39.7a	64.7c	66.3b	67.1a
	春茶	46.0b	58.5ab	62.2a	65.8b	66.5b	73.8a
	夏茶	105.0b	127.6b	156.2a	66.2b	69.8a	69.1a
2008(6)	秋茶 1	49.6b	56.2b	87.2a	67.0a	64.7b	68.5a
	早春茶	29.3c	47.7b	112.4a	66.4a	67.7a	67.7a
	春茶	47.9c	67.3b	77.1a	65.5c	67.2b	70.8a
2009(7)	夏茶#	76.9c	92.8b	153.2a	66.7a	67.3a	68.7a
	春茶	72.1b	78.6b	162.2a	67.4a	70.2a	69.1a
	春茶#	—	—	—	69.0a	69.3a	70.0a
	夏茶 1	86.0b	100.5b	166.9a	66.3b	64.6c	68.5a

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

#:綠茶

1: 第一次、2: 第二次、—: 未調查

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

表七、嫁接烏龍、青心烏龍及臺茶十二號品質項目調查

Table 7 Investigation on made tea quality items of cutting-graft Oolong, Chin-Shin Oolong and TTES No.12

年度	茶季	處理	形狀	色澤	水色 Liquor color ---%---	香氣	滋味	
Year	Tea season	Treatment	Shape	Color		Aroma	Taste	
2004(2)	夏茶 1	C	7.5b	7.4a	14.9a	23.3a	21.2b	
		O	7.9a	7.5a	15.5a	22.4b	22.7a	
		T	7.3b	7.4a	14.9a	23.4a	21.2b	
	秋茶 1	C	7.0a	6.8a	12.8b	19.9b	21.8b	
		O	6.1b	6.0b	13.5ab	21.8a	25.9a	
		T	6.3b	6.5a	14.5a	21.8a	24.4a	
	冬茶	C	6.5a	6.8a	12.5a	20.3a	19.1a	
		O	6.6a	6.6a	12.5a	19.2a	17.6b	
		T	5.8b	6.4a	13.5a	20.3a	20.3a	
2005(3)	春茶	C	6.8b	6.8b	13.5a	20.6b	20.3b	
		O	7.4a	7.0b	14.0a	21.8b	21.8a	
		T	6.9b	7.4a	13.8a	23.3a	22.1a	
	夏茶 1	C	7.4ab	6.9a	13.8b	19.5b	20.3a	
		O	7.1b	6.6a	15.0a	20.6b	21.0a	
		T	7.8a	6.8a	13.8b	22.1a	22.1a	
	夏茶 2	C	6.9b	7.0b	13.0a	19.1c	18.4a	
		O	7.2b	7.2b	13.0a	19.5b	18.8a	
		T	7.7a	7.7a	10.7b	19.8a	19.1a	
	秋茶 1	C	7.8a	7.7a	10.0c	19.3b	15.5c	
		O	7.5a	7.2b	11.5b	20.4a	19.3a	
		T	7.0b	7.1c	12.0a	18.4c	17.6b	
	秋茶 2	C	6.6a	6.9a	12.3b	19.6c	19.3c	
		O	6.5a	6.9a	12.0b	21.0b	20.9b	
		T	6.1b	6.6a	13.3a	22.0a	22.5a	
	2006(4)	春茶	C	6.8a	6.6b	14.7a	20.4b	19.8ab
			O	6.8a	6.4b	12.8b	19.9b	18.8b
			T	6.9a	7.0a	14.0a	22.9a	20.1a
夏茶		C	7.4a	6.6a	12.0a	19.5b	18.5b	
		O	7.2b	6.4b	10.8b	17.7c	19.5a	
		T	7.1b	6.7a	12.3a	21.3a	19.8a	
秋茶		C	6.1a	6.2a	12.9a	19.6a	19.1c	
		O	6.0a	6.0a	12.8a	19.8a	19.9b	
		T	6.1a	6.3a	12.7a	20.0a	20.8a	
秋茶#		C	6.2a	6.1a	13.3a	19.1a	19.0b	
		O	6.3a	6.5a	13.4a	19.4a	19.8a	
		T	6.4a	6.1a	13.1a	19.0a	19.0b	
冬茶		C	6.2a	6.1b	12.8a	20.0b	19.6c	
		O	6.4a	6.3a	12.6a	20.6b	20.4b	
		T	5.8b	6.4a	12.8a	21.0a	21.1a	

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

C：嫁接烏龍、O：青心烏龍、T：臺茶十二號

1：第一次、2：第二次

()：括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

嫁接扦插茶樹生育及品質之研究

(續表七)(Table 7 Continued)

年度	茶季	處理	形狀	色澤	水色 Liquor color %	香氣	滋味
Year	Tea season	Treatment	Shape	Color		Aroma	Taste
2007(5)	春茶	C	7.2a	7.0b	12.4b	20.0b	19.3b
		O	7.1a	7.2a	12.1b	20.3b	19.9b
		T	7.0a	7.1ab	13.2a	21.0a	25.5a
	夏茶	C	6.8a	6.8a	12.9a	20.3c	19.5b
		O	6.8a	6.8a	12.9a	22.0a	21.3a
		T	7.0a	6.6a	12.9a	21.1b	21.5a
	秋茶 1	C	6.1b	6.3ab	13.2b	21.5a	20.0a
		O	5.9c	6.0b	13.9a	19.5b	19.5b
		T	6.4a	6.6a	14.0a	20.0b	19.5b
2008(6)	早春茶	C	6.9b	6.5b	13.2b	19.8b	20.1a
		O	7.1a	6.6ab	13.5ab	20.3a	20.3a
		T	6.5c	6.8a	13.9a	20.3a	20.3a
	春茶	C	7.0a	6.8a	12.0b	20.1b	19.6b
		O	7.0a	7.0a	12.1b	20.6b	20.5ab
		T	6.7b	6.4b	14.3a	21.5a	21.4a
	夏茶#	C	6.7a	6.8a	12.8b	19.8a	20.4a
		O	6.6ab	6.6a	12.9b	20.1a	19.9a
		T	6.5b	6.7a	14.4a	20.5a	20.6a
2009(7)	春茶	C	6.8a	6.7ab	13.4a	20.4a	20.3b
		O	7.0a	6.5b	14.3a	20.4a	22.1a
		T	6.7a	7.0a	13.7a	21.3a	20.5b
	春茶#	C	6.7a	6.3b	15.1ab	20.1a	20.8a
		O	6.8a	6.5ab	14.3b	20.4a	21.4a
		T	6.7a	6.6a	15.5a	20.3a	21.0a
	夏茶 1	C	6.4a	6.5a	12.3b	20.1b	21.0b
		O	6.3a	6.7a	12.0b	19.6b	20.0c
		T	6.5a	6.6a	12.9a	21.0a	21.5a

表中橫行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant difference at $\alpha=0.05$.

C：嫁接烏龍、O：青心烏龍、T：臺茶十二號

#：綠茶

1：第一次

(): 括弧內數字為茶樹定植後生長年度 The number in parentheses indicates the growth-year of tea tree after planting in tea garden

在固定溫度下不同茶樹品種之 光合作用特性差異

陳忠偉

摘要

不同茶樹品種之間不僅農藝性狀存在差異，其光合作用亦可能有其相異之處。為瞭解此生理特性於茶樹品種間的異同，本試驗以白葉、青心烏龍、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 21 號、臺茶 22 號及臺茶 23 號等 8 個品種於固定葉溫 30°C 的條件下測量光合作用速率。結果除了單純的光合作用效率強弱的差別以外，還有吸收光能分配的差別。青心烏龍、臺茶 12 號、白葉及臺茶 22 號有較多的比例將部分吸收的光能使用在固定二氧化碳以外的生化反應。其他 4 個品種則還是主要將能量用於固定二氧化碳。臺茶 8 號氣孔導度呈現較其他品種測量值高的特性，也顯示其在水分蒸散及二氧化碳固定速率之間的平衡異於其他品種的特色。栽培環境對光合作用的影響與植物適存與否相關，本試驗於適溫與高溫的界線上量測光合作用各項相關參數，結果可作為選育耐熱逆境品種 (系) 的參考。

關鍵字：光合作用、明反應、卡氏循環

前言

茶樹 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) 為多年生常綠木本之重要飲料作物，其光合作用效能相較於其他木本植物而言偏低 (Squire, 1977; Roberts and Keys, 1978; Smith et al., 1993)。由於生長環境的光照、溫度及土壤氮含量等條件會對茶樹光合作用效能有顯著的影響，量測光合作用可以評估茶樹於不同生育環境的生產力及適應性 (Lawlor, 2001; Mohotti and Lawlor, 2002; 孫等, 2015)。

光合作用之生化反應可大致區分為明反應 (light reaction) 與卡氏循環 (Calvin cycle)。明反應的場所位於葉綠體內單層膜構造的類囊體 (thylakoid)，其膜蛋白 (membrane protein) 之光系統 II (photosystem II, PSII) 及光系統 I (photosystem I, PSI) 可吸收光能並運作電子傳遞鍊 (electron transport chain) 行明反應。光系統由天線系統 (antenna system) 及反應中心 (reaction center) 組成，光系統 II 天線系統吸收特定波長的光子後能量轉送至反應中心，此階段將光能轉換為電子的能量，經過數個電子受體 (receptor) 間氧化還原以傳遞能量，最後將能量以化學能之形式貯存於三磷酸腺苷 (adenosine triphosphate, ATP) 及還原態的菸草醯胺腺嘌呤二核苷酸磷酸鹽 (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, NADPH)(Taiz and Zeiger, 2002; Baker, 2008)。電子傳遞鏈速率 (electron transport rate, ETR, 單位: $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 係藉由葉綠素螢光之測量以計算光系統 II 吸收光能轉換經過電子傳遞鍊的電子流量 (Genty et al., 1989; Kramer et al., 2004; Baker, 2008)，可作為研究植物光合作用的探針，反映植物明反應部份的光合作用效率。

明反應產物 ATP、NADPH 被用於卡氏循環，經過固定 (Fixation)、還原 (Reduction)、再生成

(Regeneration) 等步驟，由 Rubisco (ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase / oxygenase) 將 CO₂ 與 RuBP (ribulose-1,5-bisphosphate, 核酮糖-1,5-二磷酸) 結合產生 G3P (glycerol-3-phosphate, 甘油-3-磷酸)，一部分 G3P 用於生成葡萄糖與果糖，而其他大部分 G3P 用於生成 RuBP 作為卡氏循環反應羧化的原料 (Taiz and Zeiger, 2002; Baker, 2009)。

然而光合作用實際可利用的光能有其限度，過多的光能會對光系統 II 造成傷害並使其光合效率降低 (Long and Humphries, 1994; Demmig-Adams et al., 1996; Horton et al., 1996; Kato et al., 2003; Adams et al., 2004)，而卡氏循環固定 CO₂ 的效率為影響光合作用可使用光能限度之主要因素之一 (Taiz and Zeiger, 2002; Finazzi et al., 2006)。植物為避免過剩光能的傷害，會藉由非光化學淬熄 (non-photochemical quenching, NPQ) 將過剩光能以熱的形式消散 (Demmig-Adams et al., 1996; Müller et al., 2001; Li et al., 2004)。NPQ 可藉由葉綠素螢光最大放射量測定之，當 NPQ 開始作用時會使葉綠素螢光最大放射量顯著衰減，其衰減程度越大表示 NPQ 作用愈強。產生 NPQ 的機制可區分為 4 種 (qE、qZ、qT 及 qI) 組成：(1) qE 產生的速度最快，由類囊體腔的氫離子濃度梯度 (transmembrane pH gradients)、PsbS 膜蛋白及葉黃素循環 (xanthophyll cycle) 引起的光系統 II 的快速光保護機制 (Li et al., 2004)；(2) qZ 產生速度較慢為需要葉黃素循環 (xanthophyll cycle) 生成的玉米黃素 (zeaxanthin) 而不需要 PsbS 膜蛋白即可作用的光保護機制 (Nilkens et al., 2010)；(3) qT 為 state transition，由光系統 II 之補光複合體 (LHC, light-harvesting complex) 被 chloroplast thylakoid protein kinase STN7 磷酸化 (phosphorylation) 後移動至光系統 I 而產生的光保護機制，但此機制僅於弱光照下發生 (Walters and Horton, 1991; Bellafiore et al., 2005; Tikkanen et al., 2006)；(4) qI 代表光抑制 (Photoinhibition)，過剩光能需要以光保護機制來排解，以免植物體受到傷害，而導致光抑制現象 (Krause and Weis, 1991; Müller et al., 2001;)。

不同茶樹品種之間的性狀具有區別性，而其品種間之光合作用生理亦可能存在差異，本試驗以 8 個茶樹品種 (白葉、青心烏龍、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 21 號、臺茶 22 號及臺茶 23 號) 作為供試材料，於固定溫度 30°C 之條件下量測二氧化碳固定速率及葉綠素螢光之表現以評估品種之間光合作用生理特性之表現情形。

材料與方法

一、材料

供試材料為白葉、青心烏龍、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 21 號、臺茶 22 號及臺茶 23 號等 8 個不同品種之茶樹 (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze)，皆栽培於行政院農業委員會茶業改良場魚池分場所管理之茶園及苗圃內 (E120°54'48.8"，N23°52'34.2"，800-1,000 m a.s.l.)。實驗期間為 106 年 7 月 10 至 8 月 11 日，依行政院交通部氣象局日月潭氣象站之紀錄 7 及 8 月平均溫度各為 23.0°C 及 22.7°C；相對溼度 84.7% 及 85.7%；最高氣溫大於 30°C 之日數各為 4.4 及 2.0 日。

二、方法

量測樣本使用儀器 open-flow gas exchange system (LI-6400XT, LI-COR, Lincoln, NE, USA) 搭配 fluorescence chamber head (LI-6400-40, LI-COR, Lincoln, NE, USA) 組件同時進行光合作用明反應及卡氏循環相關生理參數之量測。前人研究 (Hadfield et al., 1976) 指出在一般大氣 CO₂ 濃度下茶樹於葉溫 25–30°C 時有最大的二氧化碳固定速率，本實驗進行時參考設定葉片溫度 (Tleaf) 為 30°C，樣本相對濕度 (RH_S, sample relative humidity) 介於 40-75% (受測量當時大氣氣溫、水汽含量日變化及儀器藥品吸收水汽能力之影響)，並以人工之發光二極體光源 (LED light source, 90% red light and 10% blue light) 設定光合作用光子通量密度 (photosynthetic photon flux density, PPFD) 為

200、400、800、1,200 及 2,000 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之條件下量測各項生理參數。

實驗以離體葉 (detached leaves) 進行量測。於田間擇茶樹成木樹冠上層前一茶季之成熟葉，剪取枝條或葉柄後再將枝條或葉柄部位置入水中剪切一次，以減少離體葉維管束內部形成氣泡影響後續實驗期間水分之輸送。各品種採取離體葉之數量 3-8 枚，自準備至測量結束為止，切斷部份均浸泡於水中。進行儀器測量之前所有離體葉需置於無光照之環境至少 30 分鐘以上，目的在於使光合作用及光保護機制等相關生理生化反應完全停止。完成前揭暗處理之離體葉置於儀器葉室，於無光照之情況下測量其螢光放射量最小值 F_0 及最大值 F_m ，用以計算參數 F_v/F_m 以評估材料光系統 II 最大光合作用潛能 (理論最大效能)。隨後執行 LI6400XT 內供使用者自訂的 AutoProgram 進行預先設定之光照流程，依序測量 2,000、1,200、800、400 及 200 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 人工光強度下的生理狀況。為確保暗處理的離體葉之光合作用得以完全啟動 (最大限度地活化 Rubisco)，試驗以光照強度 2,000 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 作為實驗流程第一段光照，設定持續時間為 30 分鐘供光合作用速率達到穩定值再依序切換光照強度，其餘光照強度皆設定持續時間 8 分鐘，照光期間每 2 分鐘記錄一次當時各項生理參數。

ETR 與 NPQ 等葉綠素螢光參數之計算公式參考 Maxwell 及 Johnson (2000) 與 Müller 等人 (2001) 之發表文獻， $\text{ETR} = \Phi\text{PS2} \times 0.5 \times 0.84 \times \text{PPFD}$ ； $\text{NPQ} = (F_m - F_m') / F_m'$ ，其中 $\Phi\text{PS2} = (F_m' - F) / F_m'$ (即 quantum yield)， F_m' 表示光照下所最大螢光放射值， F 為光照下穩定的螢光放射值。最大螢光放射量需藉 0.8 秒的強光照 (6,000–8,000 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 處理後而測得。

三、統計分析

本試驗調查不同茶樹品種離體葉所得數據分析使用 Excel (Office 2010 版本) 及由 Hammer 等人設計，於 2001 年發表之統計分析軟體 PAST (版本為 2018 年 4 月發布之 3.20 版本) 進行 ANOVA 及 Tukey's test 多重比較分析，並使用 SigmaPlot 10.0 版繪製 Pn-ETR 及 Pn-Cond 之趨勢線。

結 果

圖一為參試品種之離體葉於不同強度之活化光照下，量測其光系統 II 之葉綠素螢光，並計算其吸收光能轉換進入電子傳遞鍊 (ETC) 之電子傳遞速率 (ETR，單位： $\mu\text{mol e}^{-} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 之值。所有供試茶樹品種的 ETR 值隨著光照強度的增加而上升，光照愈強時上升的斜率愈緩。ETR 達到平穩的飽和光照強度大致介於 800-1,200 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之間。表一擷取活化光照強度 1,200-2,000 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 下參試茶樹品種離體葉 ETR、NPQ、Pn 及 Cond 等參數值，並以多重比較分析品種間差異顯著的情形。綜觀光照強度 1,200-2,000 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之 ETR 表現，各品種間多重比較之結果如表一所示，供試材料於光照強度 1,200 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 時以青心烏龍的值表現最高，值顯著較白葉、臺茶 8 號、臺茶 18 號及臺茶 22 號高。臺茶 12 號、臺茶 21 號及臺茶 23 號等品種值略低於青心烏龍但並不顯著。白葉值低於臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 21 號及臺茶 23 號，但差異不顯著。臺茶 22 號之值最低，顯著低於白葉以外的其他參試茶樹品種，相較白葉差異不顯著。然而於光照強度 2,000 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的條件下，所有材料之 ETR 皆較強度 1,200 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 時之測值低，其下降之差值依序由高至低為：臺茶 8 號、臺茶 23 號、白葉、臺茶 21 號、臺茶 18 號、臺茶 22 號、臺茶 12 號及青心烏龍，其中青心烏龍下降程度較少，值顯著較其他參試品種高。白葉、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 21 號及臺茶 23 號等參試品種之間的值無顯著差異。臺茶 22 號值表現仍為最低，與白葉以外的其他 6 個參試品種有顯著差異 (表一)。

圖二為供試材料離體葉於不同強度之活化光照下，量測葉綠素螢光 (chlorophyll fluorescence)

並計算 PSII 之非光化學淬熄 (NPQ)。所有材料之 NPQ 值皆隨 PPFD 之增加而提升，於 PPFD 超過 $800 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 後提升之幅度開始趨於平緩。NPQ 值於各品種之差異狀況如表一所示， $2,000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的光照強度下，臺茶 22 號顯示出最高的 NPQ 值，並與其他 7 個品種有顯著差異。白葉、臺茶 18 號、臺茶 21 號及臺茶 23 號之間無顯著差異，而青心烏龍、臺茶 8 號及臺茶 12 號值顯著較臺茶 18 號及臺茶 21 號低，但與白葉及臺茶 23 號之間無顯著差異 (表一)。光照強度 $1,200 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 時各品種之間差異顯著程度類似，但臺茶 8 號及臺茶 12 號與臺茶 18 號及臺茶 21 號等茶樹品種的 NPQ 在此光照強度下反而無顯著差異 (表一)。

圖三為供試材料離體葉於不同強度之活化光照下，卡氏循環 (Calvin cycle) 之淨光合作用速率 (Pn, net photosynthetic rate, 單位: $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)。綜觀各光照強度下 Pn 值表現，臺茶 23 號及臺茶 8 號表現相近且較其他品種高，而後由高至低依序分為：臺茶 21 號、臺茶 18 號、臺茶 12 號、白葉、青心烏龍及臺茶 22 號。如表一所示，各品種於 $1,200$ 及 $2,000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的光照下，臺茶 8 號值最高，臺茶 23 號與臺茶 8 號值相近且差異不顯著，次之為臺茶 21 號與臺茶 18 號，與臺茶 23 號無顯著差異但與臺茶 8 號有顯著差異。臺茶 12 號、白葉、青心烏龍及臺茶 22 號等 4 品種 Pn 值顯著較其他 4 個參試品種低。

圖四為供試材料離體葉於不同強度之活化光照下氣孔導度 (Cond, stomatal conductance, 單位: $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)，大致以臺茶 8 號之 Cond 值為最高，於光照強度 $1,200$ 及 $2,000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的狀況下與其他品種有顯著差異，而其他 7 個參試品種之間差異則不顯著 (表一)。

圖五顯示 PPFD 為 $200-2,000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之條件下，所有供試品種 Pn 對 ETR 表現出不同程度的正相關性，臺茶 8 號與臺茶 23 號趨勢線: $Y = -0.0442 + 0.0978X$ ($R^2 = 0.8712$, $P < 0.001$); 臺茶 21 號及臺茶 18 號: $Y = -0.4164 + 0.0692X$ ($R^2 = 0.8291$, $P < 0.001$); 臺茶 12 號、白葉、青心烏龍及臺茶 22 號: $Y = 0.4745 + 0.0206X$ ($R^2 = 0.2391$, $P < 0.05$)。以相同 ETR 之條件下比較各品種 Pn 值之差異，大致以臺茶 8 號及臺茶 23 號之值較高，臺茶 18 號與臺茶 21 號次之，其餘白葉、臺茶 12 號、青心烏龍及臺茶 22 號則較低。

圖六顯示 PPFD 為 $200-2,000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之條件下 Pn 對 Cond 之關係亦皆呈現正相關，臺茶 8 號之趨勢線: $Y = 1.2939 + 60.8819X$ ($R^2 = 0.9082$, $P < 0.05$); 其餘 7 品種趨勢線: $Y = 0.0127 + 123.9872X$ ($R^2 = 0.8291$, $P < 0.001$)。臺茶 23 號與臺茶 8 號之間雖然 Pn 表現相近，然而臺茶 8 號於各光照下有氣孔導度較高的趨勢。

討 論

本試驗為比較不同茶樹品種之光合作用特性，以白葉、青心烏龍、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 21 號、臺茶 22 號及臺茶 23 號為材料，葉溫固定 30°C 測量明反應電子傳遞速率 (ETR) 及卡氏循環固定 CO_2 之淨光合作用速率 (Pn)。由於電子傳遞鍊之運作產生 NADPH 及 ATP (Taiz and Zeiger, 2002; Allen, 2003)，故 ETR 值較高者，理論上單位時間內 NADPH 及 ATP 產量較多。於圖一可知青心烏龍之明反應產生 NADPH 及 ATP 量較其他品種多，而以臺茶 22 號較其他品種少。

臺茶 8 號、臺茶 18 號、臺茶 21 號及臺茶 23 號之淨光合作用速率表現與 Mohotti 及 Lawlor (2002) 於斯里蘭卡之茶樹研究相近。Mohotti 及 Lawlor (2002) 試驗茶樹品系之淨光合作用速率於高光照的情況下會因光抑制而有下降之現象，本試驗之供試材料亦有類似之現象發生，但僅見於明反應的部份。即圖一之 ETR 於光照強度 $2,000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之值較 $1,200 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 低，可認為此現象係因光抑制所致。由於試驗光照係由高強度往低強度進行，當光照強度降低至 $1,200 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 時 ETR 微幅提升之情形可推論 $2,000 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之光照強度對明反應

的光抑制並未對其光系統造成顯著的傷害，故也不影響供試材料後續光照強度之光合作用表現。

卡氏循環 Pn 與明反應 ETR 之間呈正相關 (Genty et al., 1989; Krall and Edwards, 1992; Kalaji et al., 2014)，因此，有以 ETR 或 quantum yield 等參數估評比較光合作用效能的作法 (Genty et al., 1989; Krall and Edwards, 1992; Maxwell and Johnson, 2000)，但其相關性可能因物種或生育環境之不同而有差異 (Wong et al., 2012)，而且就本試驗之茶樹品種而言，由圖一、圖三及圖五可發現不同茶樹品種 Pn 對 ETR 之變化即存在明顯的差異。臺茶 23 號及臺茶 8 號 Pn 對 ETR 變化呈現較其他品種高的斜率，顯示其明反應合成的能量物質 NADPH 及 ATP 用於卡氏循環的比例較其他品種高。白葉、臺茶 12 號、青心烏龍及臺茶 22 號則顯示其 NADPH 及 ATP 用於卡氏循環的比例較低。NADP⁺ 作為明反應電子傳遞鏈最末端的電子受體，倘若卡氏循環不能及時消耗 NADPH，電子受體 NADP⁺ 的量不足，會使電子傳遞鏈無法順利傳遞電子而「堵塞」，進而抑制整個電子傳遞鏈的運作，另過剩的 ATP 也會對電子傳遞鏈的運作產生抑制的作用。然而白葉、臺茶 12 號、青心烏龍及臺茶 22 號在低 Pn 的狀況下仍能維持一定程度的 ETR，其中又以青心烏龍具最高的 ETR 平均表現 (圖一及表一)，對照其 Pn 表現之落差顯示應有其他代謝反應消耗 NADPH 及 ATP，以避免其光化學反應被其累積的產物抑制。前人研究之文獻指出其他生化代謝路徑，例如光呼吸 (photorespiration)、美樂反應 (Mehler reaction) 及硝酸鹽還原 (nitrate reduction) 等其他生化反應 (Oberhuber et al., 1993; Peterson, 1994; Kozaki, A., Takeba, G., 1996; Cheng et al., 2001; Taiz and Zeiger, 2002; Pérez-Torres et al., 2007; Ripley et al., 2007; Miyake, 2010) 可以消化電子傳遞鏈的能量產物。因此，相對於其他 4 個品種，推測白葉、臺茶 12 號、青心烏龍及臺茶 22 號的光化學反應產物有較大的比例被前述的生化代謝路徑所使用，然而詳細為哪些代謝路徑在運作及其消耗能量之比例為何則需更進一步的探討。

由於 NPQ 最主要由 qE 構成，即因電子傳遞造成氫離子濃度梯度及葉黃素循環引起光保護機制，與卡氏循環或其他生化路徑消耗 NADPH 及 ATP 的能力有關，因此，同一光照強度下 ETR 較高的品種，其 NPQ 值有較低的趨勢 (圖一、圖二及表一)。由於前述品種間卡氏循環消化 NADPH 及 ATP 能力的差異，因此，低 Pn 的品種並不見得會有較高的 NPQ 值。

氣孔導度控制卡氏循環所需的 CO₂ 來源，而卡氏循環對 CO₂ 之需求也能影響氣孔導度 (Taiz and Zeiger, 2002)，因此如圖六所示氣孔導度與卡氏循環之間呈正相關，然而臺茶 8 號於相同 Pn 值表現的狀況下氣孔導度顯著較其他品種高 (圖三、圖四及表一)。由於氣孔導度影響到 CO₂ 及 H₂O 進出葉片的量，氣孔導度增加時，單位時間內 CO₂ 及 H₂O 進出氣孔的量便增加，優點在於卡氏循環所需的原料 CO₂ 不受氣孔限制其供給來源，但缺點則是蒸散作用會較旺盛，水分的流失較多。因此臺茶 8 號可能藉由較高的氣孔導度，提供卡氏循環較多的 CO₂ 來源使得其 Pn 值有較其他品種高的表現，但可預見的代價為水分的加速散失。由於試驗採用離體葉測定，測量光合作用效率期間水分供給不致匱乏，因此，當面臨水分不足的逆境時，臺茶 8 號或其他茶樹品種氣孔調控的策略仍待深入調查。

茶樹光合作用特性如同農藝性狀，於不同品種間可能呈現相異之處。作為植物營養來源重要的生化反應，栽培環境對光合作用的影響與植物或品種對栽培環境適應性相關。依 Hadfield (1976) 和 Mohotti and Lawlor (2002) 所描述茶樹光合作用速率表現最佳之適溫範圍，選擇上限 30°C 作為試驗期間所設定之葉溫，於利用適溫與高溫的界線量測光合作用各項相關參數，藉以區分不同光合作用表現的品種，結果可作為評估具耐熱逆境品種 (系) 的參考資料。然而在栽培管理之應用上，仍需不同的葉溫 (或氣溫)、葉綠素濃度及土壤肥力條件的數據，才能作為栽培條件的參考資料。

參考文獻

1. 孫君、朱留剛、林志坤、張文錦. 2015. 茶樹光合作用研究進展. 福建農業學報 30: 1231-1237。
2. Adams, W. W., III, Zarter, C. R., Ebbert, V., and Demmig-Adams, B. 2004. Photoprotective strategies of overwintering evergreens. *Bioscience* 54: 41-49.
3. Allen, J. F. 2003. Cyclic, pseudocyclic and noncyclic photophosphorylation: new links in the chain. *Trends Plant Sci.* 8: 15-19.
4. Baker, N. R. 2008. Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis *in vivo*.
5. Bellafiore, S., Barneche, F., Peltier, G., and Rochaix, J. D. 2005. State transitions and light adaptation require chloroplast thylakoid protein kinase STN7. *Nature* 433: 892-895.
6. Cheng, L., Fuchigami, L. H., and Breen, P. J. 2001. The relationship between photosystem II efficiency and quantum yield for CO₂ assimilation is not affected by nitrogen content in apple leaves. *Journal of Experimental Botany* 52: 1865-1872.
7. Demmig-Adams, B., and Adams, W.W., III. 1996. The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. *Trends in Plant Science* 1: 21-26.
8. Finazzi, G., Johnson, G. N., Dall'Osto, L., Zito, F., Bonente, G., Bassi, R., and Wollman, F.A. 2006. Nonphotochemical Quenching of Chlorophyll Fluorescence in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Biochemistry* 45: 1490-1498.
9. Genty, B., Briantais, J. M., and Baker, N. R. 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta* 990: 87-92.
10. Hadfield, W. 1976. The effects of high temperatures on some aspects of the physiology and cultivation of the tea bush in Northeast India. Proceedings of the 16th symposium of British Ecological Society. Blackwell Publications.
11. Horton, P., Ruban, A. V., and Walters, R. G. 1996. Regulation of light harvesting in green plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 47: 655-684.
12. Kalaji, H. M., Schansker, G., Ladle, R. J., Goltsev, V., Bosa, K., Allakhverdiev, S. I., Brestic, M., Bussotti, F., Clatayud, A., Dąbrowski, P., Elsheery, N. I., Ferroni, L., Guidi, L., Hogewoning, S. W., Jajoo, A., Misra, A. N., Nebauer, S. G., Pancaldi, S., Penella, C., Poli, D. B., Pollastrini, M., Romanowska-Duda, Z. B., Rutkowska, B., Serôdio, J., Suresh, K., Szulc, W., Tambussi, E., Yanniccari, M., and Zivcak, M. 2014. Frequently asked questions about *in vivo* chlorophyll fluorescence: practical issues. *Photosyn Res* 122: 121-158.
13. Kato, M. C., Hikosaka, H., Hirotsu, N., Makino, A., and Hirose, T. 2003. The excess light energy that is neither utilized in photosynthesis nor dissipated by photoprotective mechanisms determines the rate of photoinactivation in photosystem II. *Plant & Cell Physiology* 44: 318-325.
14. Kozaki, A., and Takeba, G. 1996. Photorespiration protects C₃ plants from photooxidation. *Nature* 384: 557-560.
14. Kramer, D. M., Johnson, G., Kiirats, O., and Edwards, G.E. 2004. New fluorescence parameters for the determination of Q_A redox state and excitation energy fluxes. *Photosynthesis Research* 79: 209-218.
15. Krause, G. H., and Weis, E. 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. *Annual*

- Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 42: 313-349.
16. Lawlor, D. W. 2001. Photosynthesis: molecular, physiological and environment processes. Bios Scientific Publishers. Oxford, UK.
 17. Li, X. P., Gilmore, A.M., Caffarri, S., Bassi, R., Golan, T., Kramer, D., and Niyogi, K. K. 2004. Regulation of photosynthetic light harvesting involves intrathylakoid lumen pH sensing by the PsbS protein. The Journal of Biological Chemistry 279: 22866-22874.
 18. Long, S. P., and Humphries, S. 1994. Photoinhibition of photosynthesis in nature. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 45: 633-662.
 19. Maxwell, K., and Johnson, G. N. 2000. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. Journal of Experimental Botany 51: 659-668.
 20. Miyake, C. 2010. Alternative electron flows (water-water cycle and cyclic electron flow around PSI) in photosynthesis: Molecular mechanisms and physiological functions. Plant & Cell Physiology 51: 1951-1963.
 21. Mohotti, A. J., and Lawlor, D. W. 2002. Diurnal variation of photosynthesis and photoinhibition in tea: effects of irradiance and nitrogen supply during growth in the field. Journal of Experimental Botany 53: 313-322.
 22. Müller, P., Li, X. P., and Niyogi, K. K. 2001. Non-photochemical quenching. A response to excess light energy. Plant Physiology 125: 1558-1566.
 23. Nilkens, N., Kress, E., Lambrev, P., Miloslavina, Y., Müller, M., Holzwarth, A. R., and Jahns, P. 2010. Identification of a slowly inducible zeaxanthin-dependent component of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence generated under steady-state conditions in *Arabidopsis*. Biochimica et Biophysica Acta 1797: 466-475.
 24. Oberhuber, W., Dai, Z. Y., and Edwards, G. E. 1993. Light dependence of quantum yields of Photosystem II and CO₂ fixation in C₃ and C₄ plants. Photosynthesis Research 35: 265-274.
 25. Pérez-Torres, E., Bravo, L. A., Corcuera, L. J., and Johnson, G. N. 2007. Is electron transport to oxygen an important mechanism in photoprotection? Contrasting responses from Antarctic vascular plants. Physiologia Plantarum 130: 185-194.
 26. Peterson, R. B. 1994. Regulation of electron transport in photosystems I and II in C₃, C₃-C₄, and C₄ species of *Panicum* in response to changing irradiance and O₂ levels. Plant Physiology 105: 349-356.
 27. Ripley, B. S., Gilbert, M. E., Ibrahim, D. G., and Osborne, C. P. 2007. Drought constraints on C₄ photosynthesis: Stomatal and metabolic limitations in C₃ and C₄ subspecies of *Alloteropsis semialata*. Journal of Experimental Botany 58: 1351-1363.
 28. Roberts, G. R., and Keys, A. J. 1978. The mechanism of photosynthesis in the tea plant. J. Exp. Bot. 29: 1403-1407.
 29. Smith, B. G., Stephens, W., Burgess, P. J., and Carr, M. K. V. 1993. Effects of light, temperature, irrigation and fertilizer on photosynthetic rate in tea (*Camellia sinensis* L.). Exp. Agr. 18: 173-199.
 30. Squire, G. R. 1977. Seasonal changes in photosynthesis of tea (*Camellia sinensis* L.). J. Appl. Ecol. 14: 303-316.
 31. Taiz, L. and Zeiger, E. 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Massachusetts, U.S.A.

32. Wong, S. L., Chen, C. W., Huang, M. Y., and Weng, J. H. 2012. Using combined measurements of gas exchange and chlorophyll fluorescence to investigate the photosynthetic light responses of plant species adapted to different light regimes. *Photosynthetica* 50: 206-214.

The Differences in Photosynthetic Characteristics among Different Cultivars of Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) under Conditions of Fixed Leaf Temperature

Chung-Wei Chen

Summary

There were not only differences in phenotypic traits but also photosynthetic characteristics among different cultivars of Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). To investigate the characteristics between cultivars, eight cultivars of Bair Yeh, Chin-Shin Oolong, TTES No.8, TTES No.12, TTES No.18, TTES No.21, TTES No.22, and TTES No.23 were chosen for measurements of photosynthetic rates under conditions of fixed leaf temperature 30°C. The results showed that the photosynthetic rates and the energy distributions of absorbed light could differ among the tested eight cultivars. Chin-Shin Oolong, TTES No.12, Bair Yeh, and TTES No.22 had a larger proportion of the light energy used in the biochemical reaction other than Calvin cycle. The other four cultivars still exhausted light energy to assimilate CO₂. TTES No.8 showed higher stomatal conductance, and it also showed that the unique equilibrium between transpirations and CO₂ assimilation rates were different from that of other cultivars. The influence of cultivation environment on photosynthesis is related to the survival of plants. This experiment measured the photosynthetic parameters on the boundary between moderate and high temperature, and the results could be applied to select the breeds that could be potentially tolerant to heat stress.

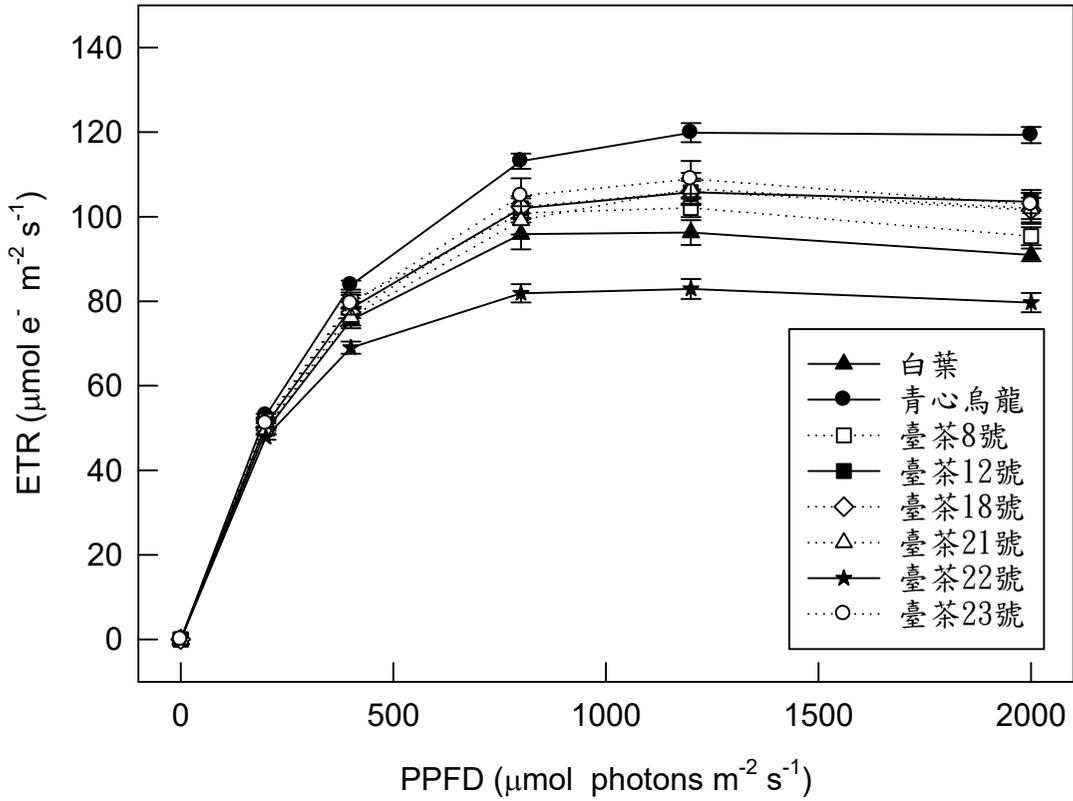
Key words: Photosynthesis, Light reaction, Calvin cycle

表一、不同茶樹品種之電子傳遞速率、非光化學淬熄、淨光合作用速率及氣孔導度於光合作用光子通量密度 1,200 及 2,000 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之比較

Table 1 Comparison of electron transport rate, non-photochemical quenching, net photosynthetic rate and stomatal conductance of different cultivars of *Camellia sinensis* under the photosynthetic photon flux density of 1,200 and 2,000 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$

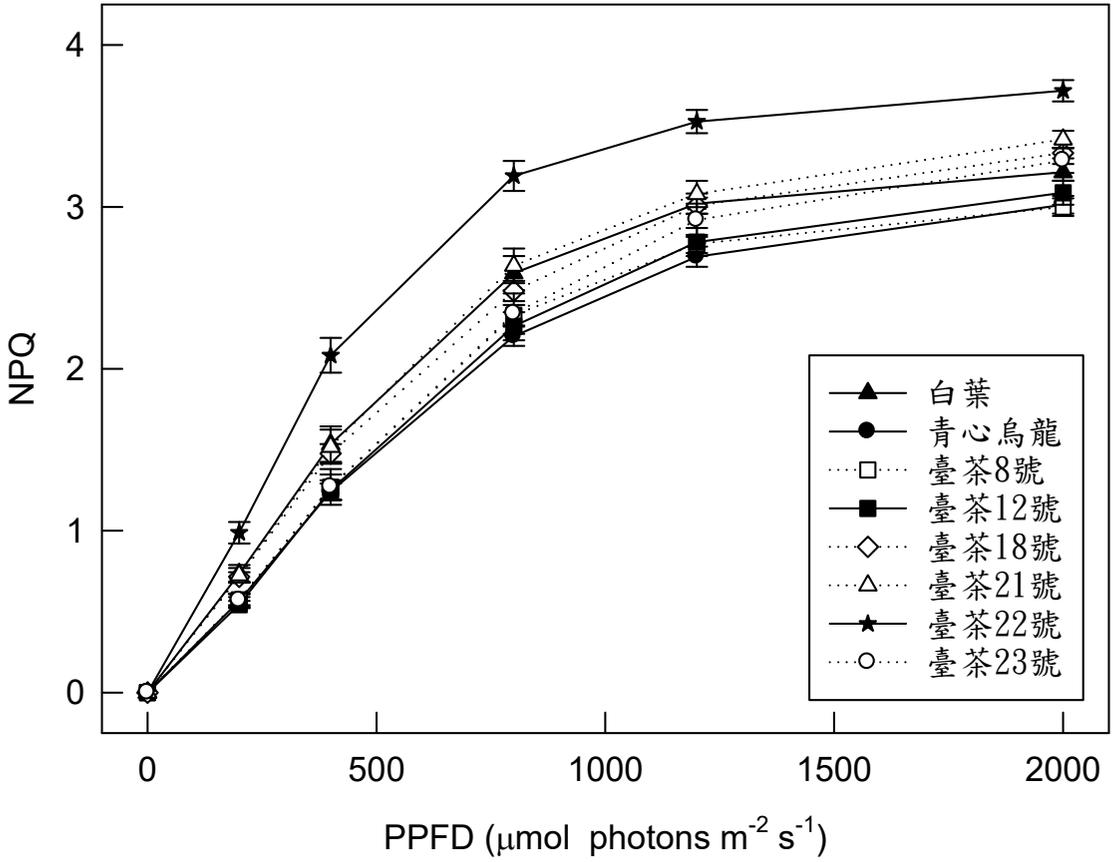
光合作用光子 通量密度 PPFD ($\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	品種 Cultivars	電子傳遞速率 ETR ($\mu\text{mol e}^{-} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	非光化學淬熄 NPQ	淨光合作用速率 Pn ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	氣孔導度 Cond ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
1,200	白葉	96.25±2.93bc	3.02±.06bc	3.15±.56c	0.0182±0.0023b
	青心烏龍	119.85±2.25a	2.69±.06c	2.16±.38c	0.0150±0.0082b
	臺茶 8 號	102.08±2.20b	2.77±.06bc	10.29±.60a	0.1411±0.0167a
	臺茶 12 號	105.77±2.68ab	2.78±.09bc	3.05±.30c	0.0386±0.0046b
	臺茶 18 號	105.95±3.09b	3.01±.05b	6.34±.53b	0.0462±0.0121b
	臺茶 21 號	106.56±3.82ab	3.08±.08b	7.51±.88b	0.0557±0.0084b
	臺茶 22 號	82.90±2.36c	3.53±.07a	1.41±.14c	0.0102±0.0014b
	臺茶 23 號	108.86±4.29ab	2.92±.10bc	10.28±.40ab	0.0684±0.0026b
2,000	白葉	90.95±1.50bc	3.21±.05bc	3.27±.32c	0.0187±0.0018b
	青心烏龍	119.30±1.93a	3.01±.05c	2.61±.34c	0.0263±0.0076b
	臺茶 8 號	95.38±2.14b	3.00±.05c	10.86±.48a	0.1695±0.0158a
	臺茶 12 號	103.54±2.15b	3.09±.07c	3.52±.28c	0.0455±0.0044b
	臺茶 18 號	101.57±2.91b	3.33±.03b	6.61±.52b	0.0568±0.0129b
	臺茶 21 號	101.94±3.65b	3.42±.05b	7.95±.93b	0.0594±0.0095b
	臺茶 22 號	79.67±2.28c	3.72±.07a	1.80±.21c	0.0120±0.0022b
	臺茶 23 號	102.87±3.42b	3.29±.08bc	10.88±.35ab	0.0789±0.0012b

Values within column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by Tukey's test



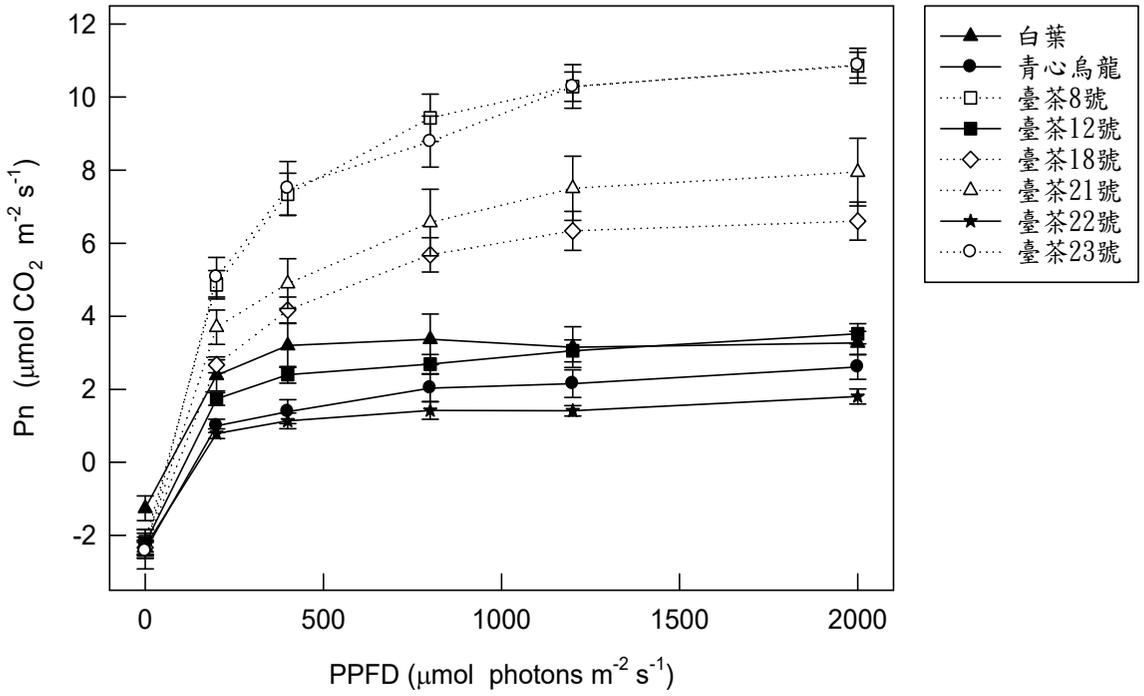
圖一、不同茶樹品種之電子傳遞速率於不同光合作用光子通量密度之值

Fig. 1. Electron transport rate of different cultivars of *Camellia sinensis* under different photosynthetic photon flux density



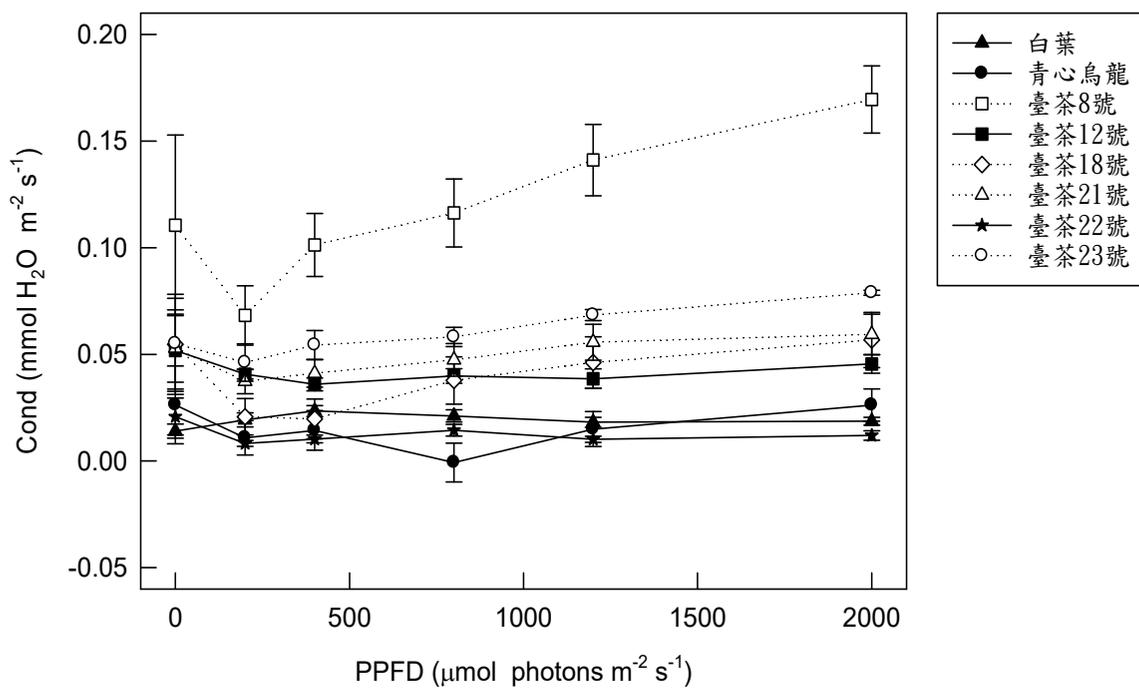
圖二、不同茶樹品種之非光化學淬熄於不同光合作用光子通量密度之值

Fig. 2. Non-photochemical quenching of different cultivars of *Camellia sinensis* under different photosynthetic photon flux density



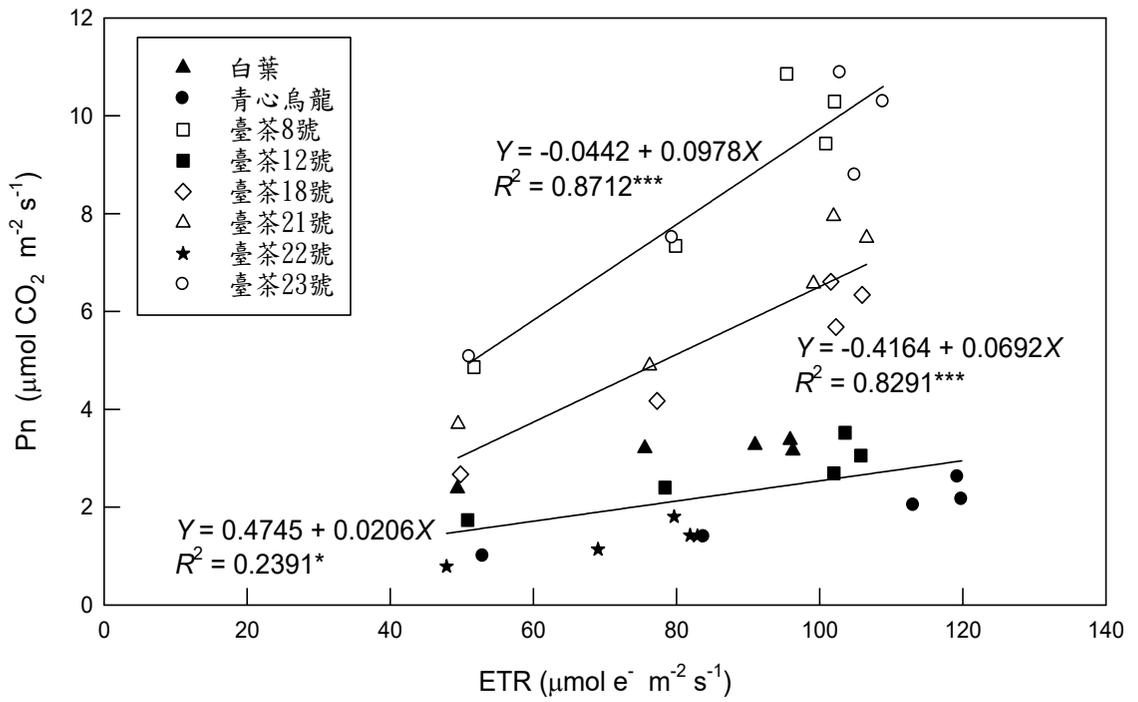
圖三、不同茶樹品種淨光合作用速率於不同光合作用光子通量密度之值

Fig. 3. Net photosynthetic rate of different cultivars of *Camellia sinensis* under different photosynthetic photon flux density



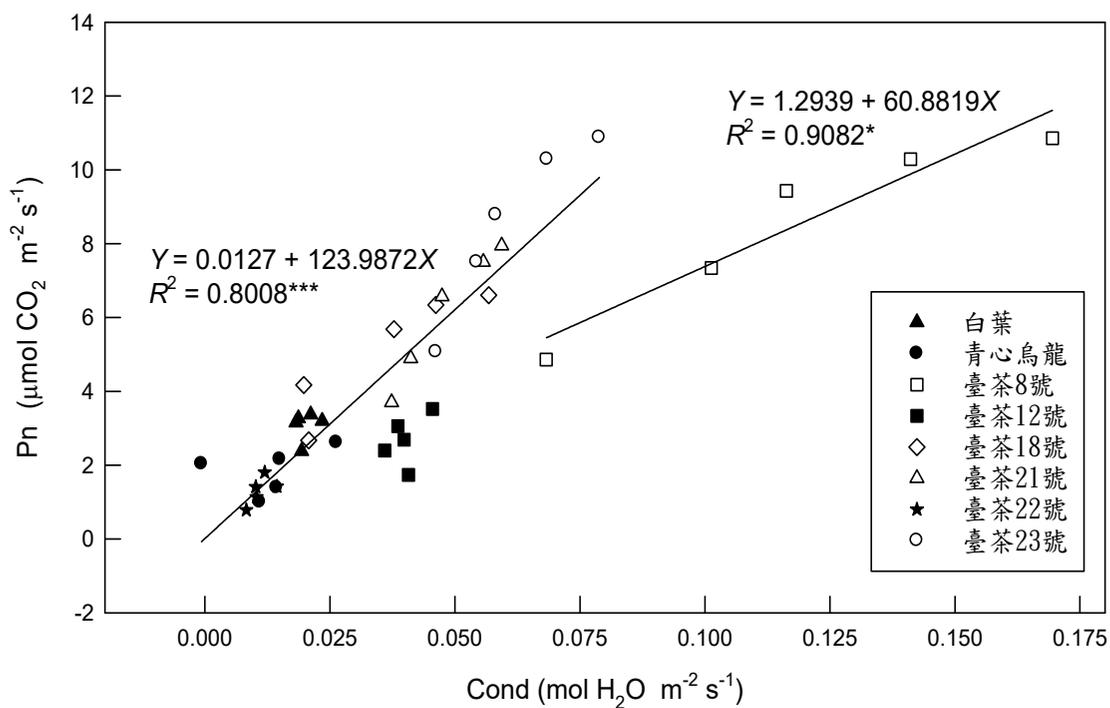
圖四、不同茶樹品種氣孔導度於不同光合作用光子通量密度之值

Fig. 4. Stomatal conductance of different cultivars of *Camellia sinensis* under different photosynthetic photon flux density



圖五、不同茶樹品種淨光合作用速率對電子傳遞速率的變化

Fig. 5. Net photosynthetic rate versus electron transport rate in eight cultivars of *Camellia sinensis*



圖六、淨光合作用速率對氣孔導度的變化

Fig. 6. Net photosynthetic rate versus stomatal conductance in eight cultivars of *Camellia sinensis*

不同窰製條件對桂花薰香茶品質之影響

邱喬嵩¹

郭芷君¹

楊美珠^{2,*}

摘要

以水分含量5%的綠茶乾胚窰製花茶約需耗時12-16小時以上，而利用含水量約10%-20%的濕茶胚或真空環境下窰製僅需約8小時，即可達到類似的香氣效果。窰製後的茶葉需進行乾燥，利用不同溫度進行乾燥後結果顯示，以80°C乾燥約30分鐘，水分含量即可達到5%左右，所需用電量為1.13度 (kWh)，而以60°C乾燥60分鐘以上才能達到茶葉含水量之安全標準，因此，建議以濕胚或真空方式窰製8小時，並以80°C乾燥是較省時省工的製程。此外，真空搭配濕胚窰製技術同時可使香氣較為清香無雜味。另外以不同花材與茶胚進行窰製，於特定條件下可產製具有複合香型的特色風味茶飲，提供國人更多元的茶葉產品新選擇，提升花茶市場競爭力。

關鍵字：茶、窰製花茶、省時省工

前言

窰製花茶又稱為「香片」，其製作流程是將茶葉與香花依適當比例混合之後，利用茶葉具有強力吸收氣味的特性而吸收花的香氣，讓茶葉帶有花香氣味，之後視花材的種類進行篩花動作或者不篩花，最後烘乾而成。臺灣茶業發展之初，製茶種類只有重發酵條形烏龍茶，至1873年烏龍茶滯銷，茶商將茶葉運往福州進行花茶窰製加工出售。臺灣最早製作花茶的紀錄為清同治 (1874年) 合興茶行負責人王登氏，以黃梔花為原料，仿照福建薰花方法製成薰香茶。後來於光緒七年 (1881年)，吳福源於臺北開設「源隆號」茶廠製造薰花包種茶，為臺灣最早製造香花茶之紀錄。

可用於製作窰製花茶的花類種類繁多，凡有香者皆可做為香材原料，目前的茉莉花茶較為著名，今亦有以不同花材如梔子花、桂花、玫瑰花、蠟梅花或水果等作為香材與不同茶類搭配之加工技術研究 (吳振鐸等，1983；林金池等，2001；龐曉莉等，2007；林智等，2008；王紹梅，2012；王進等，2014)。影響窰製花茶的香氣品質有許多因素，如新鮮度、釋放香氣的時間點、香氣的濃郁度、花材的種類及茶胚原料的品質、環境溫濕度等。而花茶的香氣主要來自窰製過程鮮花的揮發性成分，這些成分主要以糖苷鍵結的狀態之前驅物質 (precursor) 存在於植物內，加工過程可能因溫溼度等環境因素改變，促使酵素 (糖苷酶) 作用水解後而釋放出來。目前根據研究窰製花茶吸附香氣的原理有擴散作用、化學鍵結及毛細現象等。擴散作用的機制為當氣體或液體存在濃度梯度時，會因梯度產生擴散作用，新鮮的花材含水量約80%以上，而茶胚約為5%以下，因此，花材與茶胚間水分存在著明顯的濃度差異，使揮發性分子伴隨著水分進入茶胚之中。第二種作用機制為

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。

2. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員兼課長。臺灣 桃園市。

*通訊作者。

化學鍵結，茶葉上有許多官能基或大分子物質如萜烯類，與花材中的水分子形成氫鍵並與揮發性物質鍵結，使茶葉帶有香氣。第三種為毛細管吸附現象，乾燥的茶葉具有多孔性，在乾燥狀態下會存在著許多毛細管，花材的揮發性成分會伴隨著茶葉吸收水分而在毛細管內形成液面，因而使茶葉帶有香氣 (駱與郭，1989；李立祥，1991；張麗霞，1998)。

傳統窰製花茶製程是將茶葉與花材依適當比例混合之後靜置隔夜，讓茶葉吸收花的香氣，然而過程需耗費10~16小時以上並要依靠人力翻動，相當耗費人力時間，有鑑於此，而以「濕胚連窰技術」製作，可增加花茶香氣，節省工時 (張麗霞等，1998；葉乃興等，2006；阮穎慧，2007；韋靜峰，2007)。評估不同窰製技術對花茶品質之影響，此外傳統茉莉花茶窰製會先以玉蘭花或梔子花進行「打底」，即是先以玉蘭花或梔子花先與茶葉窰製一次，使茶葉吸收香氣，之後再以茉莉花進行窰製，增加花茶的香氣，因此，本研究利用新鮮花材與茶葉搭配進行不同窰製作業，並著重開發省時省工的窰製技術，期望尋找出最佳的加工製程，不同的香材進行多次窰製可產生不同的風味的茶飲，因此，本研究擬同時開發複方花茶特色產品，提供市場商品多樣性選擇。

材料與方法

一、不同窰製方式對桂花花茶品質之影響：

(一) 試驗材料：

1. 茶胚：以茶業改良場楊梅總場臺茶12號茶菁製成之綠茶作為茶胚原料。
2. 花材：新鮮桂花。
3. 綠茶茶胚與花材比例為2：1。

(二) 試驗處理：

1. 傳統乾胚窰製法 (DS)：將茶胚乾燥至水分含量5%左右，以一層花一層茶於室溫下進行窰製16小時，窰製完成後乾燥至水分含量5%左右。
2. 濕胚窰製法 (WS)：將茶胚初乾至水分含量約15~20%左右，以一層花一層茶於室溫下進行窰製8小時，窰製完成後乾燥至水分含量5%左右。
3. 真空乾胚窰製法 (VDS)：將茶胚乾燥至水分含量5%左右，以一層花一層茶於室溫及真空狀態下進行窰製8小時，窰製完成後乾燥至水分含量5%左右。
4. 真空濕胚窰製法 (VWS)：將茶胚初乾至水分含量約15~20%左右，以一層花一層茶於室溫及真空狀態下進行窰製8小時，窰製完成後乾燥至水分含量5%左右。

(三) 試驗分析：進行感官品評及揮發性成分分析。

二、不同乾燥溫度與時間對桂花花茶品質之影響：

(一) 試驗材料：

1. 茶胚：以茶業改良場楊梅總場臺茶12號茶菁製成綠茶作為茶胚原料。
2. 花材：新鮮桂花。

(二) 試驗處理：

1. 窰製：綠茶茶胚 (水分含量:17.96%) 與桂花混堆後分別靜置4及12小時，後乾燥至水分含量5%左右。
2. 乾燥：窰製後茶胚，分別以60 °C及80 °C電烘箱進行乾燥。

(三) 試驗分析：

1. 窰製過程及乾燥過程 (30、60、90分鐘) 之水分含量測定及感官品評。

2. 記錄用電度數 (kWh)。

三、複方薰香技術試驗：

(一) 試驗材料：

1. 茶胚：以茶業改良場楊梅總場臺茶12號茶菁製成綠茶作為茶胚原料。
2. 花材：新鮮桂花、百香果。
3. 桂花、百香果、綠茶比例為1：1：1。

(二) 試驗處理：

- 1、傳統乾胚窰製法 (DS)：將茶胚乾燥至水分含量3~5%左右，以一層花、一層茶、一層百香果混堆窰製，於室溫下進行窰製16小時，窰製完成後乾燥至水分含量5%左右。
- 2、濕胚窰製法 (WS)：將茶胚初乾至水分含量約15~20%及40~45%左右，以一層花、一層茶、一層百香果混堆窰製，於室溫下進行窰製16小時，窰製完成後乾燥至水分含量5%左右。

(三) 試驗分析：進行感官品評及揮發性成分分析。

四、分析方法：

(一) 揮發性成分分析：

- 1、茶樣磨粉以30 mesh篩網過篩，稱取0.1公克粉末置入20 ml玻璃樣品瓶內，立即封蓋待測。將密封之樣品瓶以60 °C乾浴震盪加熱15分鐘後，以 50/30 μm DVB/CAR/PDMS (Supelco, USA) 探針進行固相微萃取 (solid phase microextraction, SPME)，吸附揮發性成分15分鐘，取出探針後再將探針插入GC之注射口脫附1分鐘，再以Agilent 6890N (G1540N) /G3171A氣相層析/質譜儀 (GC/MS) 進行揮發性成分之分析。
- 2、GC管柱為HP-5MS (30m × 0.25mm, Agilent)，進樣口脫附溫度210°C，脫附時間1分鐘，管柱升溫條件為初始40°C維持2分鐘，之後以每分鐘5°C 升溫至200°C，於200°C維持5分鐘，總分析時間為39分鐘。載流氣體為超高純度氮氣，流速每分鐘1 mL。質譜儀使用EI離子源，離子化電壓70 eV，離子源溫度250°C。
- 3、分離揮發性成分質譜資料利用Wiley與NIST等資料庫進行比對，透過離子碎片強度比例與滯留時間判定各揮發性成分。

(二) 水分含量測定：取約3克茶樣置於鋁盒中，精秤重量至小數第三位，於105°C烘箱乾燥至恆重後稱重，每個處理3重複。

(三) 感官品評：取茶樣3公克放於評鑑杯中，以100°C沸水 (固液比=1:50) 沖泡5分鐘，由茶改場評茶人員進行感官品評，以描述法作為紀錄，評分項目為香氣與滋味，滿分5分，分數愈高表示嗜好性愈佳。

(四) 監測用電度數：以三用電表測量烘箱電源裝置每秒之功率瓦數 (kW)，用電度數計算方法：監測範圍之功率平均值 (kW) × 用電時間 (小時) = 用電度數 (kWh)。

結果與討論

一、不同窰製方式對桂花花茶品質之影響：

以水分含量17.96%之初乾綠茶 (濕胚) 及水分含量2.10%之綠茶毛茶 (乾胚) 為茶胚原料 (圖一)，與桂花進行窰製試驗，結果顯示，以濕胚窰製的桂花花茶其茶葉外觀色澤較乾胚窰製成品翠綠，且水色亦較乾胚明亮 (圖二)。不同窰製方式花茶感官品評結果亦顯示，以傳統乾胚窰製法 (DS) 之桂花花茶香較淡薄、茶湯滋味悶雜，而以濕胚窰製法 (WS)，則花香濃郁，水色與乾窰法無顯著

差異，但較為明亮 (表一)(圖三)。此結果與駱少君等 (1989) 以水分含量10-30%濕茶胚吸附香氣效果最佳之結果一致。桂花中主要揮發性香氣成分如二氫- β -紫羅酮 (Dihydro- β -ionone)、 α -紫羅酮 (α -ionone)、 β -紫羅酮 (β -ionone)、芳樟醇 (Linalool) 等成分 (王呈仲等, 2009)(Cai *et al.*, 2014), 本試驗窰製後茶樣以GC-MS分析揮發性成分, 結果也顯示以濕胚窰製法之茶葉含桂花主要揮發性香氣其相對含量較傳統乾胚窰製高 (表二)。

傳統花茶以乾胚窰製12-16小時, 過程中須以人力翻動茶葉, 稱為「翻花」或「通花」, 以避免長時間窰製過程中, 花材因呼吸作用產熱, 使溫度升高加速氧化作用, 產生悶雜風味, 影響成品品質, 十分耗時且費工。而將茶葉初乾至含水量10-20%時做為濕胚, 窰製8小時後其香氣滋味較傳統乾胚窰製16小時之香氣佳, 除可縮短窰製時間, 同時品質有所提升 (表一)。駱少君 (1989) 指出, 茶胚以含水量10~30%時吸附香氣效果較佳, 推論花材中的某些水溶性揮發成分經由水分吸附入茶葉中, 因此, 濕胚吸收香氣效果較乾胚佳。由花茶不同窰製方式揮發性成分分析結果 (表二) 亦顯示, 乾胚以真空方式窰製8小時, 成品香氣即可達到傳統乾胚窰製16小時的效果, 再配合濕窰技術可減少悶雜, 使花香較為明顯 (表一), 推測可能原因為抽真空的過程中, 將茶葉毛細孔內殘存的空氣一併抽離, 使茶葉本身的官能基團露出, 與花材香氣直接接觸, 增加吸附作用。此外, 花材於真空狀態下, 呼吸作用降低, 同時也減低氧化作用產生之異味, 因此, 以真空濕胚窰製法, 是較為省時省工且提升花茶品質的加工方式。

二、不同乾燥溫度與時間對桂花花茶品質之影響：

傳統乾胚窰製法, 隨窰製時間增加, 茶葉水分含量亦隨之增加, 窰製16小時後, 茶葉水分含量可提高至10%以上 (圖四), 當茶葉含水量高於5%, 易造成茶葉品質劣變, 控制成茶含水量低於5%, 是妥善保存茶葉的首要關鍵 (蔡與張, 1998), 因此, 窰製後尚需進行乾燥製程。乾燥溫度會影響花茶窰製後的香氣, 表三不同乾燥溫度與時間處理之桂花茶水分含量、感官品評及用電度數評估, 結果顯示, 剛窰製完尚未乾燥的花茶香氣濁雜、滋味微苦, 以60°C乾燥30分鐘, 香氣仍具有濁雜味, 而80°C乾燥30分鐘後, 花香濃郁、滋味醇和, 但不論以何種溫度經由90分鐘乾燥, 成品花香皆不明顯、滋味轉為淡薄。比較60°C及80°C乾燥時間對水分含量與用電度數之影響, 結果顯示, 以80°C乾燥30分鐘, 茶葉含水量為5.82%, 用電度數1.13 kWh; 以60°C則需較長時間乾燥, 隨著乾燥時間延長, 電烘箱的用電度數會愈高, 然而乾燥只需要將茶葉乾燥至水分含量5%左右之安全範圍即可, 因此, 建議以80°C高溫短時乾燥方式可達到較佳的效果。

三、複方薰香技術試驗：

利用不同香材與茶胚進行不同比例之拵配, 於特定比例下可生產具有複合香型的茶類。臺灣早期即曾利用黃梔、樹蘭等不同香材窰製而成複方花茶, 並銷往印尼爪哇等地區。分別以不同含水量3.40%、24.63%、42.77%茶胚進行桂花、百香果、綠茶複方薰香試驗, 結果顯示, 在揮發性成分比較方面, 濕胚處理組香氣明顯濃郁, 可感受到桂花及百香果的香氣如Ethyl hexanoate、Delta-3-Carene等 (表四), 而乾胚處理組香氣感受不明顯且單一, 偏向百香果或桂花, 因此, 顯示以濕胚處理可增加茶胚吸附香氣的能力, 與表一結果相同。乾胚處理組所鑑定出主要揮發性成分種類少於濕胚處理組, 另外桂花主要香氣成分二氫- β -紫羅酮 (Dihydro- β -ionone) 含量則以濕胚處理組較高, 其中又以水分含量24.63%的處理組高於42.77%處理組; 感官品評分析結果顯示, 香氣濃烈的香材易壓抑其他材料的香氣, 因此, 若香氣較濃烈的香材建議可以乾胚窰製; 香氣較弱的材料, 則可以濕茶胚提高香氣吸附的效果 (表五)。

結 論

桂花薰香茶利用濕胚窰製及真空窰製技術進行加工，較傳統乾胚窰製16小時之花茶品質佳，且窰製時間較傳統乾胚窰製可縮短1/3~1/2以上，達到省時省工的效益；另外濕胚窰製技術，可增加複方香材香氣吸附能力，產生具有複合香型的茶類。以80°C乾燥30分鐘，可保留較佳的香味品質，且可減少用電量達到節省能源的效益。

參考文獻

1. 王紹梅. 2012. 梔子花紅茶窰製工藝初探. 茶葉科學技術 2: 1-5。
2. 王進、曹洪建、徐謙、修明霞、何秀麗. 2014. 玫瑰紅茶窰製技術研究. 安徽農業科學 42(25): 8749-8750。
3. 王呈仲、蘇越、郭寅龍. 2009. 頂空-氣相色譜-質譜聯用分析桂花和葉中揮發性成分. 有機化學 29: 948-955。
4. 李立祥. 1991. 茶葉吸附淺析. 茶葉科學簡報 1: 22-23。
5. 阮穎慧. 2007. 茉莉花茶窰製關鍵技術. 科技園地 3: 38-39。
6. 林智、黃國資、陳棟、陳德新. 2008. 香味茶加工原理及工藝 1: 8-10。
7. 林金池、陳國任、阮逸明. 2001. 草果調味茶之研製. 臺灣茶業研究彙報 20: 115-126。
8. 吳振鐸、阮逸明. 1983. 檸檬紅茶等添加茶類之研製. 臺灣茶業研究彙報 2: 10-17。
9. 韋靜峰. 2007. 廣西茉莉花茶茶產業升級配套關鍵技術研究. 廣西農學報 22(4): 40-42。
10. 張麗霞. 1998. 茉莉花茶加工技術研究進展. 茶葉通訊 3: 21-23。
11. 葉乃興、楊廣、鄭乃輝、楊江帆、王振康、梁小蝦. 2006. 濕窰工藝及配花量對茉莉花香氣成分影響. 茶葉科學 26(1): 65-71。
12. 駱少君、郭雯飛. 茶葉吸香特性研究. 福建茶葉 1989(3): 12- 18。
13. 龐曉莉、司輝清、李永菊. 2007. 窰製技術因子對蠟梅花茶品質的影響. 茶葉科學 27(4): 316-322。
14. Cai, X. C., Mai, R. Z., Zou, J. J. Z., Zhang, H. Y., Zeng, X. L., Zheng, R. R., and Wang, C. Y. 2014. Analysis of aroma-active compounds in three sweet osmanthus (*Osmanthus fragrans*) cultivars by GC-olfactometry and GC-MS. Journal of Zhejiang University-Science B (Biomedicine & Biotechnology). 15(7): 638-648.

Effect of Different Scenting Conditions on the Quality of Osmanthus Scented Tea

Chiao-Sung Chiou¹ Chih-Chun Kuo¹ Meei-Ju Yang^{2,*}

Summary

Scenting green tea with 5% water content to produce scented-tea should need 12-16hours, but scenting green tea with 10-20% water content or scenting by vacuum 8 hours could have similar aroma effect. Water content of tea will increase after scenting, they should proceed drying to decrease the water content below 5% to ensure the quality. The results show that the water content becomes 5% and electricity is 1.13 kWh after drying with 80°C and 30 minutes. But it could reach safe standard after drying with 60°C and 60 minutes. Therefore, use wet-scenting teas or vacuum scenting for 8 hours, and dry with 80°C might be a time-saving and labor-saving process. Furthermore, scenting by vacuum and wet-scenting teas could let aroma becomes more fragrant and without any bynote. Scenting by different fragrant flowers with teas in specific conditions could produce flavored teas with complex flavor types, provide more multiple tea products for consumers to choose, and promote competitiveness for scented tea markets.

Key words: Tea, Scent tea, Save time and labor

1. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2. Associate Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author.

表一、不同窰製方式桂花茶感官品評結果

Table 1 Sensory evaluation of osmanthus scented tea with different scenting modes

處理方式 Treatment	感官品評 Sensory evaluation	品質描述 Quality description
DS-16hrs (CK)	2.40 ^c	花香較淡薄、茶湯滋味悶雜
WS-8hrs	3.10 ^b	花香明顯
VDS-8hrs	2.80 ^{bc}	花香明顯、茶湯滋味微悶雜
VWS-8hrs	3.90 ^a	花香明顯、茶湯滋味清甜

備註：DS：乾胚窰製法；WS：濕胚窰製法；VDS：真空乾胚窰製法；VWS：真空濕胚窰製法。
1-5 分，分數愈高表示香氣較濃郁

表二、不同窰製方式桂花茶揮發性成分分析

Table 2 Volatile compounds analysis of osmanthus scented tea with different scenting modes

主要揮發性成分 Major volatile component	處理方式 Treatment						
	RT (min)	桂花原料 Osmanthus	綠茶茶胚 Green tea	DS-16hr (CK)	WS-8hr	VDS-8hr	VWS-8hr
Relative content (以波峰面積值取 Log10)							
Cis-linalool oxide	14.232	6.97	6.54	6.26	6.74	6.40	6.70
Trans-linalool oxide	14.716	7.00	6.46	6.26	6.62	6.40	6.64
Linalool	15.051	7.35	7.25	6.96	7.47	7.01	7.44
Nonyl aldehyde	15.167	7.15	6.75	7.15	7.20	7.15	7.24
Cis-jasmone	23.468	6.57	--	--	5.90	--	5.85
α -ionone	24.203	6.75	--	--	6.07	--	6.22
Dihydro- β -ionone	24.492	8.14	--	6.53	7.05	6.77	7.21
2(3H)-Furanone	25.172	7.48	--	--	--	--	6.15
β -ionone	25.66	7.46	6.60	6.31	6.94	6.56	7.16

備註：DS：乾胚窰製法；WS：濕胚窰製法；VDS：真空乾胚窰製法；VWS：真空濕胚窰製法。
RT：滯留時間 (Retention time)(n=3)

表三、不同乾燥溫度與時間處理之桂花茶水分含量、感官品評及用電度數評估

Table 3 Water content, sensory evaluation and electricity consumption of osmanthus scented tea by different drying temperature and time

處理 Treatment	水分含量 Water content (%)	感官品評 Sensory evaluation	品質描述 Quality description	用電度數 (kWh)
未烘乾 (CK)	17.96	1.00 ^d	香氣濁雜、滋味微苦	0.00
60°C 30min	7.17	2.83 ^b	香氣微濁	0.81
80°C 30min	5.82	4.00 ^a	花香濃郁、滋味醇和	1.13
60°C 60min	3.98	3.83 ^a	花香濃郁、滋味醇和	1.20
80°C 60min	4.32	1.83 ^c	花香不明顯、滋味淡薄	1.64
60°C 90min	3.21	1.33 ^{cd}	花香不明顯	1.56
80°C 90min	2.10	1.16 ^d	花香不明顯	2.13

備註：1-5 分，分數愈高表示香氣較濃郁

表四、不同窰製方式桂花百香綠茶揮發性成分分析結果

Table 4 Volatile compounds analysis of osmanthus-passion fruit scented tea with different scenting modes

揮發性成分 (Volatile component)	原料及處理方式 (Treatment)						
	RT (min)	綠茶 (Green tea)	桂花 (Osmanthus)	百香果 (Passion fruit)	DS (WC=3.4%)	WS (WC=24.63%)	WS (WC=42.77%)
	Relative content (以波峰面積值取 Log10)						
Hexanal	.219	6.92	7.12		5.45	5.51	5.68
Heptanal	.998		5.65			5.92	5.97
Ethyl hexanoate	1.020			7.93		5.33	5.41
Cis-linalool oxide	3.259		6.23				
Delta-3-Carene	4.073	6.51	6.31	7.37	6.12	6.50	6.55
Nonyl aldehyde	4.213		7.43		6.30	6.15	6.12
Dodecane	7.015	5.69	5.85		6.04	6.32	6.23
Dihydro-beta-ionone	3.491		6.77	6.00		6.17	6.08

備註：DS：乾胚窰製法；WS：濕胚窰製法。RT：滯留時間, Retention time
WC：水分含量(%), Water content (n=3)

表五、不同窰製方式桂花百香綠茶感官品評分析

Table 5 Volatile compounds analysis of osmanthus-passion fruit scented tea with different scenting modes

處理	水分含量	品質描述
Treatment	Water content (%)	Quality description
DS	3.40	香氣不明顯，香氣較單一
WS	24.63	香氣濃郁明顯，可感受到二種香氣類型
WS	42.77	香氣較明顯，可感受到二種香氣類型，茶湯略帶悶雜

備註： DS：乾胚窰製法； WS：濕胚窰製法。



圖一、不同水分含量之綠茶茶胚，左圖濕茶胚水分含量為 17.96%，右圖乾茶胚水分含量為 2.10%。
Fig. 1. Different water content of green tea, left is 17.96% and right is 2.10%.



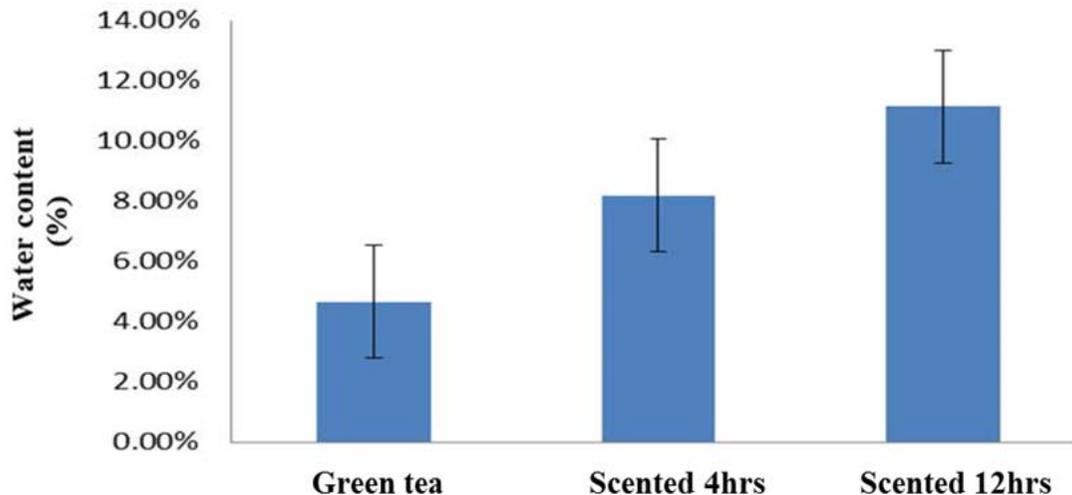
圖二、濕胚 (17.96 %，上圖) 窰製法及乾胚 (2.10 %，下圖) 窰製法之成品外觀、水色
Fig. 2. Appearance and liquid color of scented teas by wet scenting (above: water content is 17.96 %) and dry scenting (below: water content is 2.10 %)



傳統窰製16小時 濕坯窰製8小時 真空窰製8小時 真空濕窰8小時

圖三、不同窰製方式桂花茶茶湯水色，由左至右為 DS-16hrs、WS-8hrs、VDS-8hrs、VWS-8hrs

Fig. 3. Tea liquor color of osmanthus scented tea with different scented modes, left to right are DS-16hrs, WS-8hrs, VDS-8hrs, VWS-8hrs



圖四、桂花茶窰製後茶胚水分含量變化

Fig. 4. Changes of water content for osmanthus scented tea after scented

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分 關聯性之探討

郭芷君 黃宣翰 楊美珠¹

摘要

碧螺春為臺灣新北市三峽區之特色綠茶，於春冬兩季舉辦比賽茶會，專業評審員依茶葉之外觀、水色、香氣、滋味、葉底之品質進行分級，其依據品質由高至低分為特等、頭等、金獎、銀獎、優良及淘汰，共計 6 種等第。感官品評中的香氣、滋味與茶葉成分含量關係密切，故蒐集 108 年春季比賽茶不同等第 25 種茶樣進行化學成分及揮發性化合物之分析。試驗結果顯示：還原糖與特定揮發性有機化合物可做為 5 種等級之推估依據；若僅區分茶樣品質為入選或淘汰，則總多元酚、總游離胺基酸、還原糖、沒食子酸、咖啡因及兒茶素類含量可作為判斷依據。

關鍵字：感官品評、品質、綠茶

前言

碧螺春為臺灣新北市三峽區之重要特產，屬不發酵之綠茶，主要以青心柑仔品種製作而成，外觀新鮮碧綠，芽尖白毫多，形狀細緊捲曲似螺旋，乾茶清香鮮雅、亮麗自然，茶湯碧綠清澈、鮮活爽口。綠茶傳統製程為茶菁採摘後進行炒菁、揉捻、乾燥，然三峽碧螺春綠茶於製作過程當中會於室內靜置萎凋數小時。全球現行之茶葉品質訂定幾乎多數仰賴感官品評，茶葉感官品評定是依據評審人員的視覺、嗅覺、味覺及觸覺來審評茶葉品質的優劣，藉由聞審茶杯之葉底，鑑別出濃、淡、純、濁、菁、悶等氣味，再由茶湯分辨湯質之甘醇、苦澀、濃稠、淡薄、活性及刺激性，可快速評鑑出茶葉的色、香、味、形之優劣，並可敏銳地判別出茶葉品質異常現象或儀器難以檢測之特性風味（阮，1995）。三峽區農會每年固定於春冬兩季舉辦比賽茶會，專業評審員依據茶葉之外觀、水色、香氣、滋味及葉底等指標進行評分，將不同品質分為特等、頭等、金獎、銀獎、優良及淘汰。

茶葉化學成分含量如兒茶素、胺基酸、咖啡因及黃酮類等與感官品評時所感受的滋味關係密切，而感官品評是當今訂定茶葉品質之重要依據（張等，2015），故茶葉的品質與化學成分有顯著性關聯（甘，1985；Liang et al., 2003, 2005），其中兒茶素類與總氮量 (total nitrogen content) 之多寡會影響茶葉香氣、滋味、水色與色澤等，與茶葉品質具極重要之相關性（吳與吳，1979；Chen et al., 2015），日本煎茶之維他命 C、可溶分、總氮量、總游離胺基酸及茶胺酸等主要成分含量越高則煎茶品質越佳（Fukatsu & Hara, 1971; Nakagawa, 1975），且胺基酸類可貢獻 70% 的甘味（Nakagawa, 1975），研究並指出煎茶價格與總氮、總游離胺基酸、茶胺酸及特定胺基酸含量具顯著正向線性關係（Mukai et al., 1992; Yan, 2005）；郭等（2014）研究指出：整合三峽碧螺春綠茶春冬兩季比賽茶

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、助理研究員、副研究員兼課長。臺灣 桃園市。

茶樣，入選者茶湯所含總游離胺基酸、總酯型兒茶素與個別兒茶素 EGCG (epi-gallocatechin gallate) 含量皆顯著高於淘汰者，等第排名與總游離胺基酸、總酯型兒茶素、沒食子酸、EGC (epi-gallocatechin)、EGCG 呈顯著正相關。烏龍茶等級越高其茶胺酸、總氮量和多元酚含量越高 (Takayanagi et al., 1984; Syu et al., 2008)，蔡等人 (1990) 指出茶湯中游離胺基酸和游離型兒茶素含量對烏龍茶之品質有正相關，至於酯型兒茶素與咖啡因含量則有負相關；非洲生產之紅茶其拍賣價格則與茶黃質具關連性 (Hilton and Ellis, 1972)。

茶葉之揮發性有機化合物 (Volatile organic compounds, VOCs) 與比賽茶等級具關連性，東方美人比賽茶得等者 (頭等獎、二等獎、三等獎) 的揮發性有機化合物組成中，反式- β -羅勒烯、芳樟醇氧化物及去氫芳樟醇的相對含量都較未得等者高；而萜醇類化合物相對含量以得等者較高，而未得等者其單萜類化合物相對含量較高；此外，比較得等組與優良組其特定揮發性有機化合物成分如芳樟醇及順、反芳樟醇氧化物、去氫芳樟醇、水楊酸甲酯及香葉醇亦具明顯含量上的差異 (林, 2013)。

臺灣茶葉類別種類繁多，不同地區生產之特色茶追求的香氣、滋味亦有所差異，綠茶追求鮮爽活性、文山包種追求滋味甘滑與清香優雅、凍頂烏龍講究滋味醇厚回甘、紅茶講究滋味的收斂性 (阮, 1995)，因此，不同茶類之品質與成分含量變化勢必有所不同，此外，臺灣三峽碧螺春之產製方式與中國大陸、日本之綠茶皆有所不同，所追求之品質標準亦不相同。

因此，本研究蒐集 108 年不同等第之碧螺春比賽茶春茶，除探討不同化學成分與等第之關聯性外，並進一步針對揮發性有機化合物、可溶分及總多元酚項目進行檢測與分析，期可完整探討茶湯成分與比賽茶等級之關聯性，而具關連性之相關指標希冀於未來可作為茶葉快速分級儀器開發之參數，應用於比賽茶之初選，例如篩選出淘汰茶樣或將茶樣簡易分為三種等級，晉級之茶樣再由專業評審人員做進一步排名，故本試驗將茶樣以不同的分類法進行探討。

材料與方法

一、試驗材料：

(一) 茶樣：108 年三峽地區春季比賽茶樣品 25 個，其中入等 12 個，計有頭等 (first prize) 2 個、金獎 (golden award) 5 個、銀獎 (silver award) 5 個；優良 (merit award) 9 個、淘汰 (eliminated) 4 個，本試驗並未取得特等 (special award) 茶樣。

(二) 藥品試劑：(-)-epi-gallocatechin (EGC) ($\geq 95\%$)、(-)-epi-catechin (EC) ($\geq 98\%$)、(-)-epi-gallocatechin gallate (EGCG) ($\geq 95\%$)、(-)-catechin (C) ($\geq 98\%$)、(-)-gallocatechin gallate (GCG) ($\geq 98\%$)、(-)-epi-catechin gallate (ECG) ($\geq 98\%$)、(-)-gallocatechin (GC) ($\geq 98\%$)、(-)-catechin gallate (CG) ($\geq 98\%$)、沒食子酸 (gallic acid)、咖啡因 (caffeine)、Polyvinylpyrrolidone (PVPP) 皆購自 Sigma-Aldrich (USA) 公司。SnCl₂ 購自 Alfa Aesar (USA)。Ninhydrin、Acetonitrile (LC grade)、formic acid (LC grade, 85%)、Potassium sodium tartrate tetrahydrat、FeSO₄·7H₂O、di-Sodium hydrogen phosphate dodecahydrate 及 Potassium dihydrogen phosphate 皆購自 Merck (Darmstadt, Germany)。

二、試驗方法：

(一) 樣品處理：茶樣以均質機磨粉處理後秤取 0.5 g 茶粉，以 90°C 熱水萃取 20 分鐘，抽氣過濾待冷卻並定量至 50 mL，每樣品重複萃取三次並進行分析，平均值作為該樣品之分析結果。

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分關聯性之探討

(二)化學分析：

1. 茶乾水分含量測定：取約 3 克茶樣置於鋁盒中精秤重量至小數第三位，於 105 °C 烘箱乾燥至恆重後秤重，每個處理進行三重複。
2. 總游離胺基酸含量測定 (Ikegaya and Masuda, 1986)：製備完成之樣品取 15 mL 加入 0.15 g 之 PVPP，充分混合 30 分鐘，以 Whatman #11 號濾紙過濾。濾液稀釋 4 至 5 倍後，取 1 mL，分別依序加入 0.5 mL 氯化亞錫溶液 (0.1 g 氯化亞錫加入 50 mL 2M pH 5.2 醋酸緩衝液)、0.5 mL Ninhydrin 試劑 (3 g Ninhydrin 加入 100 mL 95%乙醇)，充分混勻後以沸水進行水浴 15 分鐘，冷卻後加入 10 mL 50%酒精，以分光光度計測量 570 nm 之吸光值。
3. 總多元酚含量測定 (Iwasa, 1975)：製備完成之樣品分別依序加入 1 mL 酒石酸亞鐵溶液 (0.1g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 及 0.5g $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{KNa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 溶於二次水並定量至 100 mL)、3 mL pH7.5 磷酸緩衝溶液，混勻後靜置 30 分鐘，以分光光度計測量 540 nm 之吸光值。
4. 總還原糖測定 (Bernfeld, 1955)：製備完成之樣品分別依序加入 1 mL DNS 試劑，然後置於沸水中反應 5 分鐘，冷卻後加入去離子水 6 mL 稀釋，混勻後靜置 30 分鐘，以分光光度計測量 540 nm 之吸光值。
5. 可溶分含量測定：取製備完成之樣品 20 mL，置於預先烘乾之蒸發皿中，以 100 °C 水浴鍋蒸乾後置入 105°C 烘箱乾燥至恆重後取出秤重，依據下列算式即可獲得可溶分含量： $(D/W) \times (150/20) \times 100\%$ ，其中 D 為茶湯乾後溶出物質之淨重，W 為標準沖泡法之置茶量乾重 (即減去含水量之乾重)。
6. 個別兒茶素及咖啡因之 HPLC 分析條件：參考中華民國國家標準 (CNS) 15022 類號 N6384 「食品檢驗法-兒茶素之測定」之層析條件，根據實際分析結果調整後確立本試驗分析條件。
 - (1) 管柱：Merck CART 250-4 PUROSPHER STAR RP-18 (E) 5 μm
 - (2) Detector：Agilent 1260 DAD、Wave length: 280 nm、Injection volume: 10 μL 。
 - (3) Eluent A：0.1% formic acid、Eluent B: acetonitrile、Flow rate: 1 mL/min，層析分離的梯度變化為自 0 分鐘到 5 分鐘，以 A：B = 100：0 比例線性變化至 A：B = 90：10，維持該比例不變至 15 分鐘，接著以線性變化至 A：B = 80：20 至 29 分鐘，以線性變化至 A：B = 78：22 至 35 分鐘，以線性變化至 A：B = 75：25 至 40 分鐘。
7. 茶胺酸含量測定 (Henderson et al., 2000)：
 - (1) 管柱 The Zorbax Eclipse-AAA column 150-mm length columns 5 μm 。
 - (2) Detector: Agilent 1260 Fluorescence Detector、Wave length: 338 nm、Injection volume: 10 μL 。
 - (3) Eluent A: 0.1% NaH_2PO_4 、Eluent B: 100% methanol: acetonitrile: water = 45:45:10、Flow rate: 2 mL/min。
8. 揮發性有機化合物：精秤 0.1 g 茶樣置於樣品瓶中，每處理二重複，以 60°C 加熱 15 分鐘，再以每 5 秒震盪 3 秒 (250 r.p.m.) 的方式，以 divinylbenzene / carboxen / polydimethylsiloxane 固相微萃取纖維 (solid phase microextraction fiber, Supelco, USA)，萃取上部空間之揮發性成分，萃取 15 分鐘。以 HP-Agilent 5890 GC 串接 5975B MSD (Agilent, USA) 氣相層析質譜儀，使用分析管柱為 HP-5-MS (Agilent 30 m x

0.25 mm ID)，注射口溫度 220°C，注射進樣分流 (split ratio : 5:1)。升溫起始條件為 40°C，維持 2 分鐘後以每分鐘 5°C 升溫至 200°C，持續 2 分鐘後結束。載留氣體為高純度氦氣 (He 99.999%)，流速每分鐘 1mL，質譜條件的離子化為電子撞擊法 (EI)，撞擊電子動能為 70 eV；離子源溫度為 200°C，連接口溫度為 210°C。標準質譜比對採用質譜檢索資料庫 Wiley 275 與 NIST05。

- (三) 數據統計：將比賽茶分為三種模式進行統計分析，各項成分含量以統計軟體 CoStat (version 6.400) 進行變異數 (ANOVA)、相關性 (Correlation) 及 Fisher's least significant difference test 之統計分析。

結果與討論

一、將比賽茶分為 2 種等級進行評估：

將茶樣分為入選 (Shortlisted) 及淘汰 (Eliminated)，其中入選包含頭等、金獎、銀獎及優良，與分析項目進行評估，結果顯示：2 等級分法與茶湯化學成分之總多元酚、EGCG、ECG、總酯型兒茶素、總游離胺基酸、還原糖、沒食子酸及咖啡因含量呈正相關，與 EGC 含量及酚氨比呈負相關 (表一)，呈正相關者表示該化學成分於茶湯中含量越高，入選機會越高，負相關則反之。

- (一) 多元酚及兒茶素類：比較 2 種等級茶樣其多元酚及兒茶素含量，入選茶樣之總多元酚、EGCG、ECG 及總酯型兒茶素含量顯著高於淘汰茶樣 ($p < 0.05$)，分別高出淘汰茶樣 5.17%、8.18%、9.94% 及 8.17%，而 EGC 則以淘汰者含量顯著較入選者高 ($p < 0.05$)，較入選茶樣高 7.00%，其他如總兒茶素、總非酯型兒茶素及其他個別兒茶素含量兩者間無顯著性差異 (表二)。入選者其 EGCG 與總酯型兒茶素含量較高，此與郭等 (2015) 103 年碧螺春比賽茶之趨勢相符，雖然研究指出兒茶素含量或總酯型兒茶素含量高者，其茶湯易讓人感到苦澀 (吳與吳, 1979; 蔡等, 1990)，且酯型兒茶素苦澀味閾值較低，相較於游離型兒茶素較容易感到苦澀味 (Sanderson et al., 1976; Ding et al., 1992)，推測因比賽茶分級是受到各項成分共同影響感官之結果，多酚類的苦澀味，搭配帶有鮮味的胺基酸後，組成茶湯滋味的強度及濃稠感，比賽茶中許多被列為淘汰的茶樣會有評審標記「淡」的評語，其原因為茶湯滋味偏淡，內容物不足或濃稠感不夠等原因。
- (二) 沒食子酸及咖啡因：入選者其沒食子酸 ($p < 0.001$) 及咖啡因 ($p < 0.001$) 含量皆較淘汰者高，分別高出淘汰茶樣 20.51% 及 14.65% (表三)。與郭等 (2015) 103 年碧螺春比賽茶春茶之試驗結果入選者之咖啡因含量較高一致，趨勢相同，推測其原因為咖啡因會為茶湯帶來活性 (Roberts, 1962) 而使得咖啡因含量高者有較好的品質，Nakagawa (1970a, 1970b, 1973)、Chen (2015) 等人亦指出咖啡因含量與茶品質呈正相關。
- (三) 胺基酸類：入選者其總游離胺基酸 ($p < 0.001$) 較淘汰者高，高出淘汰茶樣 18.39%。茶胺酸無顯著性差異 (表三)。入選者其總游離胺基酸含量較高，顯示茶湯胺基酸含量高者其品質較佳，與郭等 (2015) 103 年試驗結果及前人研究趨勢相同 (Nakagawa, 1970a、1970b; Nakagawa & Ishima, 1973; 吳與吳, 1979)，顯示不論是日本煎茶或三峽碧螺春綠茶，總游離胺基酸皆為非常重要之品質指標，值得探

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分關聯性之探討

討的是：日本煎茶其茶胺酸及總游離胺基酸含量與品質是同樣具正相關的，本試驗研究卻顯示茶胺酸含量入選及淘汰者無顯著性差異，推測其原因為日本煎茶於採收後立刻蒸菁，而三峽碧螺春則會進行長時間的靜置萎凋，靜置萎凋會使游離胺基酸隨時間推移增加，茶胺酸則逐漸減少（郭，2016），故總游離胺基酸含量與三峽碧螺春等第之關聯性較茶胺酸大。

- (四) 還原糖及可溶分含量：入選者其還原糖 ($p < 0.05$) 含量皆較淘汰者高，高出淘汰茶樣 11.09%，可溶分則無顯著性差異（表三）。顯示還原糖提供了茶湯甘甜的味道，使還原糖含量較高之茶樣較有機會入選。
- (五) 揮發性有機化合物：三峽碧螺春屬於綠茶，故帶有青草味、蔬菜類等綠色植物味道的 VOCs 如：hexanal、trans-3-hexen-1-ol 及 heptanal，約佔總 VOCs 的 10%至 16% 左右（表六）；又因三峽碧螺春的首要製程便是於採摘後進行室內靜置萎凋（不攪拌），故帶有花香的 VOCs 如 linalool 與 trans-linalool oxides 則占了總 VOCs 的 34% 至 48%；而部分帶有清爽水果味道如柑橘、梨子、檸檬等 VOCs 則有 β -Ocimene、cis-3-Hexenyl hexanoate 及 Nonanal，占總 VOCs 約 11%至 18%左右；部分茶樣帶有如木質味、胡椒味、辛香味、土味或蕈菇味，推測與 Pentanal、octane-2,3-dione、 β -Myrcene 及 δ -Cadinene 有關。若將個別 VOCs 與不同等級進行相關性之探討，則皆無顯著性差異，若將 VOCs 依據香氣型態分為「綠色植物味道」、「花香」、「清爽果香」及「木質、辛辣、土味」四種類型，探討其平均含量百分比與等級亦無顯著關聯性存在。

綜上，推測比賽茶分級是受到各項成分共同影響感官之結果，多酚類與咖啡因的苦澀味，搭配帶有鮮味、甘甜味胺基酸及還原糖後，組成茶湯滋味的強度及濃稠感，比賽茶中許多被列為淘汰的茶樣會有評審標記「淡」的評語，其原因為茶湯滋味偏淡，內容物不足或濃稠感不夠等原因，然而帶有苦澀味之多酚類並非越多越好：酚氨比以淘汰者 5.32 ± 1.05 顯著性高於入選者 4.53 ± 0.58 ($p < 0.05$)，顯示多酚類需在一定的含量範圍之內，並以帶有鮮甜味的胺基酸來平衡，因此入選茶樣之酚氨比相較於淘汰茶樣為低，便可解釋此現象。

2 等級分法與茶湯化學成分之個別兒茶素、總多元酚、總游離胺基酸、還原糖、沒食子酸及咖啡因含量具關連性，然分析成本及時間由高至低依序是個別兒茶素與沒食子酸、總游離胺基酸、總多元酚、咖啡因、還原糖，故以還原糖含量為最推薦之分級參考依據。

二、將比賽茶分為 3 種等級進行評估：

將茶樣拆分為包含頭等、金獎及銀獎的入等 (Awarded) 茶樣 12 個，優良茶樣 9 個，與淘汰茶樣 4 個，共計 3 個等級，並與化學成分含量進行探討。此種 3 等級分法與茶湯化學成分之 C、總游離胺基酸、還原糖、沒食子酸及咖啡因含量呈正相關，與 CG 含量及酚氨比呈負相關（表一）。

- (一) 多元酚及兒茶素類：不同等級間其 EGC ($p < 0.05$)、C ($p < 0.05$)、EGCG ($p < 0.001$)、ECG ($p < 0.05$)、CG ($p < 0.001$)、總兒茶素 ($p < 0.05$) 及總酯型兒茶素 ($p < 0.01$) 含量達顯著性差異（表四），其中 EGC 含量以淘汰者較高，C 含量以入等者較優良及淘汰者高，ECG 含量則以入等及優良較淘汰者高，EGCG、總兒茶素及總酯型兒茶素含量皆以優良者最高。
- (二) 沒食子酸及咖啡因：不同等級間其沒食子酸 ($p < 0.001$) 及咖啡因 ($p < 0.001$) 含

量達顯著性差異 (表五), 咖啡因含量以入等及優良較淘汰者高, 沒食子酸則以優良含量最高、入等其次、淘汰最低。

- (三) 胺基酸類: 不同等第間其總游離胺基酸 ($p < 0.001$) 含量達顯著性差異, 茶胺酸含量無顯著性差異 (表五), 總游離胺基酸含量以入等及優良較淘汰者高。酚氨比同樣達顯著性差異 ($p < 0.01$), 以淘汰者 5.32 ± 1.05 高於入等者 4.57 ± 0.58 及優良 4.49 ± 0.60 。
- (四) 還原糖及可溶分含量: 不同等第間其還原糖 ($p < 0.05$) 含量達顯著性差異, 可溶分含量則無顯著性差異 (表五), 還原糖含量以入等及優良較淘汰者高。
- (五) 揮發性有機化合物: 若將個別 VOCs 與不同等第間進行相關性之探討, 則 hexanal 與 3 等級分法亦具正相關性 ($0.43, p < 0.05$) (表六); 帶有金屬味 (metallic odor) 的 2,2,4,6,6-pentamethylheptane 與 3 等級分法亦具正相關性 ($0.44, p < 0.05$) (Henneuse-Boxus & Pacary, 2003)。若將香氣型態分為「綠色植物味道」、「花香」、「清爽果香」及「木質、辛辣、土味」四種類型, 則以「木質、辛辣、土味」具顯著性差異 ($p < 0.05$), 其含量以入等者 3.70% 低於優良 11.23% 及淘汰者 9.03% (圖一), 餘無顯著性差異。

綜上結果可推論: 入等及優良茶樣其總游離胺基酸、還原糖及咖啡因含量相近, 故推測其鮮味、甘甜味及活性相近, 並且皆顯著高於淘汰者, 然優良等級茶樣之總酯型兒茶素等帶有苦澀味物質之含量較入等高者, 沒食子酸推測帶有微酸口感, 同樣以優良等級茶樣最高, 因此整體口感不如入等者佳。此外, 入等者其帶有「木質、辛辣、土味」等 VOCs 之相對含量低於優良及入等者, 顯示入等者除了滋味需均衡外, 香氣需乾淨無雜味或特殊味。

3 等級分法與茶湯化學成分 VOCs、個別兒茶素、總游離胺基酸、還原糖、沒食子酸及咖啡因含量具關連性, 然分析成本及時間由高至低依序是 VOCs、個別兒茶素與沒食子酸、總游離胺基酸、咖啡因、還原糖, 同樣以還原糖含量為最推薦之分級參考依據。

三、將比賽茶分為 5 種等級:

將茶樣以頭等、金獎、銀獎、優良及淘汰共五種等級與各項化學成分含量進行探討。

- (一) 化學成分含量: 5 等級分法與茶湯之化學成分含量之還原糖及咖啡因含量呈正相關, 與 CG 含量呈負相關 (表一)。圖二顯示頭等及金牌其還原糖含量最高、其次為銀獎及優良, 而淘汰最低。
- (二) 揮發性有機化合物: 「綠色植物味道」於各等第的相對平均含量百分比分別為: 頭等 16.41%、金獎 10.10%、銀獎 16.22%、優良 10.62%、淘汰 10.31% (表六); 「花香」於各等第的相對平均含量百分比分別為: 頭等 34.95%、金獎 48.25%、銀獎 34.14%、優良 34.41%、淘汰 44.43%; 「清爽果香」於各等第的相對平均含量百分比分別為: 頭等 13.45%、金獎 10.95%、銀獎 17.70%、優良 15.94%、淘汰 14.67%; 「木質、辛辣、土味」與等第具負相關性 ($-0.47, p < 0.05$), 於各等第的相對平均含量百分比分別為: 金獎 6.05%、銀獎 5.05%、優良 11.23%、淘汰 9.03%, 僅頭獎不含此類 VOCs。若將個別 VOCs 與不同等第間進行相關性之探討, 則 hexanal 與 5 個等第具正相關性 ($0.51, p < 0.01$); 帶有金屬味 (metallic odor) 的 2,2,4,6,6-pentamethylheptane 與 5 個等第具正相關性 ($0.61, p < 0.01$), 並以頭等及金獎含量較其他等第高, 其餘 VOCs 則無顯著性差異。

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分關聯性之探討

與前述 2 等級及 3 等級分法進行比較可發現：等第分級越細，則具相關性之化學成分越少，其中還原糖與咖啡因含量不論何種分類方式皆具正相關性，顯示此 2 種成分與三峽碧螺春春季比賽茶品質關聯密不可分，春茶講究活性與甜水便可由此略知一二。此外，三峽碧螺春綠茶以鮮爽之綠色植物味道、花香及清爽果香為其主要組成，非屬典型風味之木質味、辛辣味及土味等會影響茶樣之等第排名，其含量越少，等第排名有越高之趨勢。

5 等級分法與茶湯之化學成分含量之 VOCs、個別兒茶素、還原糖及咖啡因含量，分析成本及時間由高至低依序是 VOCs、個別兒茶素、咖啡因、還原糖，同樣以還原糖含量為最推薦之分級參考依據。

結 論

由試驗結果可知，若欲利用茶湯成分進行碧螺春春茶比賽茶樣品質判斷，則總多元酚、總酯型兒茶素、個別兒茶素、總游離胺基酸、還原糖、沒食子酸及咖啡因含量可作為茶樣為入選或淘汰之判斷依據；欲將其分為入等、優良及淘汰 3 種等級，則個別兒茶素、總游離胺基酸、還原糖、咖啡因及揮發性有機化合物含量可作為推估依據；若欲進一步分為頭等、金獎、銀獎、優良及淘汰 5 種等級，則還原糖、咖啡因與揮發性有機化合物含量可做為推估依據。綜上，還原糖與咖啡因可做為不同等第間分級參考依據，但由於咖啡因尚無快速簡便之分析方式，若考量分析成本及難易度，還原糖為具有潛力發展快速檢測儀器之項目，值得後續開發。

參考文獻

1. 經濟部標準檢驗局. 2006. 食品檢驗法—兒茶素之測定。中華民國國家標準 (CNS) 15022 類號 N6384。
2. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 茶業改良場 p. 51。
3. 甘子能. 1985. 製茶原理的生化觀. 食品工業 17(7): 25-37。
4. 阮逸明. 1995. 茶葉品質鑑定法. 出自“茶業技術推廣手冊”，賴正南 (編輯). pp. 45-59. 桃園：茶業改良場。
5. 林書妍. 2013. 部分發酵茶茶菁、製程及成茶中可溶性化學成分與揮發性有機化合物之研究。國立臺灣大學園藝暨景觀學系博士論文。
6. 徐鈺雯、陳盈如、吳金村、張上鎮. 2006. 固相微萃取技術應用於植物揮發成分之分析. 中華林學季刊 39(2): 279-292。
7. 郭芷君、潘嫻茹、楊美珠、陳柏安、陳國任. 2015. 臺灣碧螺春比賽茶等級與化學成分含量間關係之探討. 2015 臺灣國際茶文化創意與科技論壇論文集. p. 91.
8. 張英娜、陳根生、劉陽、許勇泉、汪芳、陳建新、尹軍峰. 2015. 烘青綠茶苦澀味及其滋味貢獻物質分析. 茶葉科學 35(4): 377-383。
9. 張連發. 1995. 綠茶製造法. 茶業技術推廣手冊. 茶業改良場 pp. 1-4。
10. 蔡永生、區少梅、張如華. 1990. 不同品種包種茶官能品質與化學組成之特徵與判別分析. 臺灣茶業研究彙報 9: 79-97。
11. 吳振鐸、吳傑成. 1979. 探討總兒茶素類與全氮兩者之含量，對茶樹全年生育期間，不同生長部

位，不同採摘法，及不同製法之關係。茶業改良場 67 年報 pp. 97-99。

12. Baba, R., and Kumazawa, K. 2014. Characterization of the Potent Odorants Contributing to the Characteristic Aroma of Chinese Green Tea Infusions by Aroma Extract Dilution Analysis. *J. Agric. Food Chem.* 62: 8308–8313.
13. Bernfeld, P. 1955. Amylases a and b. In: Colowick, S.P., Kaplan, N. O. (Eds). "Methods in enzymology", Vol 1. Academic Press, New York, pp 149-157.
14. Chen, P. A., Lin, S. Y., Liu, C. F., Su, Y. S., Chen, H. Y., Shiau, J. H., and Chen, I. Z. 2015. Correlation between nitrogen application to tea flushes and quality of green and black teas. *Scientia Horticulturae* 181: 102-107.
15. Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., and Ferreira, V. 2007. Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *J. Agr. Food Chem.* 55(11): 4501-4510.
16. Ding, Z., Kuhr, S., and Engelhardt, U. H. 1992. Influence of catechins and theaflavins on the astringent taste of black tea brews. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 195 (2): 108-111.
17. Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., and Ferreira, V. 2007. Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *J. Agr. Food Chem.* 55(11): 4501-4510.
18. Fukatsu, S., and Hara, T. 1971. Studies on Packaging of Green Tea (Part 1). *Tea Research Journal* 36: 36-40.
19. Furia, T. E. 1980. *CRC Handbook of Food Additives*. 2nd ed. Volume 2. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc. p. 287.
20. Henderson, J. W., Ricker, R. D., Bidlingmeyer, B. A., and Woodward, C. 2000. Rapid, accurate, sensitive, and reproducible HPLC analysis of amino acids. Agilent Technologies.
21. Henneuse-Boxus, C., and Pacary T. 2003. Emissions from Plastics. 14 (5): 11.
22. Hilton, P. J., and Ellis, R. T. 1972. Estimation of the market value of Central African tea by theaflavin analysis. *J. Sci. Food Agricul.* 23(2): 227-232.
23. Ho, C. T., Zheng, X., and Li, S. 2015. Tea aroma formation. *Food sci. human wellness* 4(1): 9-27.
24. Ikegaya, K., and M. Masuda. 1986. A new simple determination method of total amino acid in tea. *Tea Research Journal* 63:35-36.
25. Iwasa, K., and Torii, H. 1962. A colorimetric determination of tea tannin with ferrous tartrate. *Tea Research Journal* 19: 104-108.
26. Liang, Y. R., Lu, J. L., Zhang, L. Y., Wu, S., and Wu, Y., 2003. Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. *Food Chem.* 80: 283–290.
27. Liang, Y. R., Zhang, L. Y., and Lu, J. L., 2005. A study on chemical estimation of pu-erh tea quality. *J. Sci. Food Agric.* 85: 381–390.
28. Mosciano, G., Fasano, M., Allen, B. B., Michalski, J., and Sadural, S. 1990. Organoleptic characteristics of flavor materials. *Perfumer & Flavorist.* 15(6): 35–69.
29. Mosciano, G. 1998. Organoleptic characteristics of flavor materials. *Perfumer & Flavorist* 23(3): 55-57.
30. Mukai, T., Horie, H., and Goto, T. 1992. Differences in free amino acids and total nitrogen contents

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分關聯性之探討

- among various prices of green tea. *Tea Research Journal* 76: 45-50.
31. Nakagawa, M. 1970a. Correlation of the Chemical Constituents with the Organoleptic Evaluation of Green Tea Liquors. *Tea Research Journal* 32: 46-52.
 32. Nakagawa, M. 1970b. Correlation of the Constituents with Taste of Green Tea. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 17 (4): 154-163.
 33. Nakagawa, M., and Ishima, M. 1973. Correlation of the Chemical Constituents with the Organoleptic Evaluation of Green Tea Liquors. *Shokukoushi* 20: 119-125.
 34. Nakagawa, M., 1975. Chemical Components and Taste of Green Tea. *JARQ* 9(3): 156-160.
 35. Qin, Z., Pang, X., Chen, D., Cheng, H., Hu, X., and Wu, J. 2013. Evaluation of Chinese tea by the electronic nose and gas chromatography-mass spectrometry: Correlation with sensory properties and classification according to grade level. *Food Res. International* 53: 864-874.
 36. Roberts, E. A. 1962. *The Chemistry of Flavonoid Compounds*. Geissman, T. A. Pergamon Press. pp. 468, 700.
 37. Sanderson, G. W., and Gonzales, J. G. 1976. Contribution of polyphenolic compounds to the taste of tea. In "Sulfur and Nitrogen Compounds in Food Flavors. pp. 16-46.
 38. Syu, K. Y., Lin, C. L., Huang, H. C., and Lin, J. K. 2008. Determination of theanine, GABA, and other amino acids in green, oolong, black, and Pu-erh teas with dabsylation and high-performance liquid chromatography. *J. Agricul. Food Chem.* 56(17): 7637-7643.
 39. Takayanagi, H., Anan, T., Ikegaya, K., and Nakagawa, M., 1984. Chemical Composition of Oolong Tea and Pouchung Tea. *Tea Research Journal* 60: 54-58.
 40. Ulrich D., Hoberg, E., Bittner, T., Engewald, W., and Meilchen, K. 2001. Contribution of volatile compounds to the flavor of cooked asparagus. *Eur. Food Res. Technol.* 213: 200-204.
 41. Wang, L. F., Lee, J. Y., Chung, J. O., Baik, J. H., So, S., and Park, S. K. 2008. Discrimination of teas with different degrees of fermentation by SPME–GC analysis of the characteristic volatile flavour compounds. *Food Chem.* 109(1): 196-206.
 42. Wang, Y. Y., Li, B. Q. Qin, G. Z. Li, L., and Tian, S. P. 2011. Defense response of tomato fruit at different maturity stages to salicylic acid and ethephon. *Sci. Horticult.* 129: 183-188.
 43. Wang, D., Ando, K., Morita, K., Kubota, K., and Kobayashi, A. 1994. Optical isomer of linalool and linalool oxides in tea aroma. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 58 (11): 2050-2053.
 44. Yan, S. H. 2005. Evaluation of the composition and sensory properties of tea using near infrared spectroscopy and principal component analysis. *J. Near Infrared Spectroscopy*, 13(6): 313-325.

Investigation of Correlation between the Ranking of Bi-Luo-Chun Contest Tea in Sanxia and the Components in Tea Liquor

Chih-Chun Kuo Hsuan-Han Huang Meei-Ju Yang¹

Summary

Bi-Luo-Chun is a unique green tea in Sanxia District, New Taipei City. The contests are held in spring and winter every year. The ranking of contest tea are evaluated by the appearance, liquor color, aroma and taste and infused tea leaves. There are six categories of contest teas, including special award, first prize, golden award, silver award, merit award and the eliminated teas. The aroma and taste of sensory evaluation are closely related to the components of the tea. Therefore, we collected 25 tea samples of the different grades from the spring tea contest in 2019. We analyzed the chemical components and the volatile organic compounds. The results show that total reducing sugars and specific volatile organic compounds could be used as the basis for estimating the five grades. If we only classified the tea sample into two grades which are shortlisted and eliminated. Then the total polyphenols, total free amino acids, total reducing sugars, gallic acid, caffeine and catechins could be used as the basis for judgment.

Key words: Sensory evaluation, Quality, Green tea

1. Assistant Researcher, Assistant Researcher, Associate Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分關聯性之探討

表一、碧螺春比賽茶茶湯化學成分與不同等第間之相關性

Table 1 The correlation between chemical components in tea infusion and the evaluation grades of Bi-Luo-Chun contest tea

Compounds / Classification ^a	2 grades	3 grades	5 grades
PP ^b	0.26* ^c	ns	ns
GC	ns	ns	ns
EGC	-0.29*	ns	ns
C	ns	0.27*	ns
EC	ns	ns	ns
EGCG	0.29*	ns	ns
GCG	ns	ns	ns
ECG	0.23*	ns	ns
CG	ns	-0.31**	-0.36**
TC	ns	ns	ns
TNC	ns	ns	ns
TGC	0.28*	ns	ns
FAA	0.48*	0.29*	ns
Theanine	ns	ns	ns
RS	0.28*	0.34**	0.39***
SS	ns	ns	ns
Gallic acid	0.52***	0.27*	ns
caffeine	0.51***	0.29*	0.27*
PP/FAA	-0.37***	-0.25*	ns

a. 2 grades: the tea divided into eliminated and awarded tea (which includes the first prize, gold award, silver award and merit award); 3 grades: the tea divided into eliminated, merit award and awarded tea (which includes the first prize, gold award and silver award); 5 grades: the tea divided into eliminated, merit award, silver award, gold award and first prize.

b. PP, total polyphenols; GC, gallic catechin; EGC, epi-gallic catechin; C, catechin; EC, epi-catechin; EGCG, epi-gallic catechin gallate; GCG, gallic catechin gallate; ECG, epi-catechin gallate; CG, catechin gallate, TC, total catechins; TNC, total nongallate-type catechins; TGC, total gallate-type catechins; FAA, total free amino acids; RS, total reducing sugars; SS, total soluble solids.

c. * represents $p < 0.05$; ** represents $p < 0.01$, *** represents $p < 0.001$; ns, non-significant.

表二、碧螺春比賽茶 2 等級分法其入選與淘汰茶樣總多元酚及兒茶素類含量 (單位: mg/g)

Table 2 The contents of total polyphenols and catechins of Bi-Luo-Chun contest tea which are shortlisted or eliminated by 2 grades classification (Unit: mg/g)

Compounds / Evaluation grade ^a	Shortlisted		Eliminated	
PP ^b	154 ^c ± 11	a	146 ± 16	b
GC	6.54 ± 0.60	a	6.77 ± 0.65	a
EGC	30.29 ± 2.62	b	32.57 ± 1.82	a
C	1.70 ± 0.43	a	1.46 ± 0.27	a
EC	6.91 ± 0.60	a	7.04 ± 0.78	a
EGCG	67.10 ± 5.78	a	61.61 ± 9.09	b
GCG	6.21 ± 0.82	a	5.84 ± 1.11	a
ECG	10.06 ± 1.56	a	9.06 ± 1.59	b
CG	0.55 ± 0.09	a	0.55 ± 0.09	a
TC	129.37 ± 7.89	a	125 ± 14	a
TNC	45.44 ± 3.27	a	47.83 ± 3.02	a
TGC	83.92 ± 7.69	a	77 ± 12	b

a. Shortlisted tea includes the first prize, gold award, silver award and merit award.

b. PP, total polyphenols; GC: galliccatechin; EGC: epi-galliccatechin; C: catechine; EC: epi-catechin; EGCG: epi-galliccatechin gallate; GCG: galliccatechin gallate; ECG: epi-catechin gallate; CG: catechin gallate; TC, total catechins; TNC, total nongallate-type catechins; TGC, total gallate-type catechins

c. Mean values in a column followed by the same letter did not significantly different at Fisher's Least Significant Difference tests at the 5% level.

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分關聯性之探討

表三、碧螺春比賽茶 2 等級分法其入選與淘汰茶樣胺基酸類、還原糖、可溶分、沒食子酸及咖啡因類含量 (FAA、Theanine、RS、Gallic acid、Caffeine 單位：mg/g；SS 單位：%)

Table 3 The contents of amino acids, reducing sugars, soluble solids, gallic acid and caffeine of Bi-Luo-Chun contest tea which are shortlisted and eliminated by 2 grades classification (Unit of FAA, Theanine, RS, Gallic acid, Caffeine: mg/g ; Unit of SS: %)

Compounds / Evaluation grade ^a	Shortlisted	Eliminated
FAA ^b	34.50 ^c ± 3.83 a	28.15 ± 4.40 b
Theanine	7.86 ± 0.71 a	8.28 ± 0.80 a
RS	28.62 ± 3.94 a	25.45 ± 3.99 b
SS	39.48% ± 1.95 a	38.55% ± 1.29 a
Gallic acid	1.01 ± 0.12 a	0.81 ± 0.13 b
Caffeine	32.85 ± 2.81 a	28.03 ± 3.05 b

- a. Shortlisted tea includes the first prize, gold award, silver award and merit award.
- b. FAA, total free amino acids; RS, total reducing sugars; SS, total soluble solids.
- c. Mean values in a column followed by the same letter did not significantly different at Fisher's Least Significant Difference tests at the 5% level.

表四、碧螺春比賽茶 3 等級分法其不同等第茶樣總多元酚及兒茶素類含量 (單位: mg/g)

Table 4 The contents of total polyphenols and catechins of Bi-Luo-Chun contest tea with different grades by 3 grades classification (Unit: mg/g)

Compounds / Evaluation grade ^a	Awarded	Merit award	Eliminated
PP ^b	152.92 ^c ±8.34 a	156±14 a	146±16 a
GC	6.53±0.52 a	6.55±0.72 a	6.77±0.65 a
EGC	30.26±3.12 b	30.32±1.94 b	32.57±1.82 a
C	1.86±0.47 a	1.54±0.26 b	1.46±0.27 b
EC	6.88±0.63 a	6.95±0.60 a	7.04±0.78 a
EGCG	64.86±4.45 b	69.34±6.62 a	61.61±9.09 b
GCG	6.05±0.62 a	6.38±1.02 a	5.84±1.11 a
ECG	9.65±1.16 ab	10.47±1.98 a	9.06±1.59 b
CG	0.51±0.05 b	0.60±0.11 a	0.55±0.09 ab
TC	126.59±5.37 b	132.15±9.96 a	125±14 b
TNC	45.53±3.86 a	45.36±2.46 a	47.83±3.02 a
TGC	81.06±5.40 b	86.79±9.35 a	77±12 b

a. Awarded tea includes the first prize, gold award and silver award.

b. PP, total polyphenols; GC: gallic catechin; EGC: epi-gallic catechin; C: catechin; EC: epi-catechin; EGCG: epi-gallic catechin gallate; GCG: gallic catechin gallate; ECG: epi-catechin gallate; CG: catechin gallate; TC, total catechins; TNC, total nongallate-type catechins; TGC, total gallate-type catechins

c. Mean values in a column followed by the same letter(s) did not significantly differ at Fisher's Least Significant Difference tests at the 5% level.

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分關聯性之探討

表五、碧螺春比賽茶 3 等級分法其不同等第茶樣胺基酸類、還原糖、可溶分、沒食子酸及咖啡因含量 (FAA、Theanine、RS、Gallic acid、Caffeine 單位：mg/g；SS 單位：%)

Table 5 The contents of amino acids, reducing sugars, soluble solids, gallic acid and caffeine of Bi-Luo-Chun contest tea with different grades by 3 grades classification (Unit of FAA, Theanine, RS, Gallic acid, Caffeine: mg/g ; Unit of SS: %)

Compounds / Evaluation grade ^a	Awarded			Merit award			Eliminated		
FAA ^b	33.86 ^c ±	3.80	a	35.13 ±	3.94	a	28.15 ±	4.40	b
Theanine	8.04 ±	0.74	a	7.68 ±	0.70	a	8.28 ±	0.80	a
RS	29.62 ±	3.05	a	27.62 ±	4.84	ab	25.45 ±	3.99	b
SS	39.14% ±	1.68	a	39.81% ±	2.34	a	38.55% ±	1.29	a
Gallic acid	0.99 ±	0.10	b	1.04 ±	0.13	a	0.81 ±	0.13	c
Caffeine	32.23 ±	2.53	a	33.47 ±	3.12	a	28.03 ±	3.05	b

- Awards tea includes the first prize, gold award and silver award.
- FAA, total free amino acids; RS, total reducing sugars; SS, total soluble solids.
- Mean values in a column followed by the same letter(s) did not significantly different at Fisher's Least Significant Difference tests at the 5% level.

表六、碧螺春比賽茶 5 等級分法其不同等級之揮發性有機化合物相對百分比^a

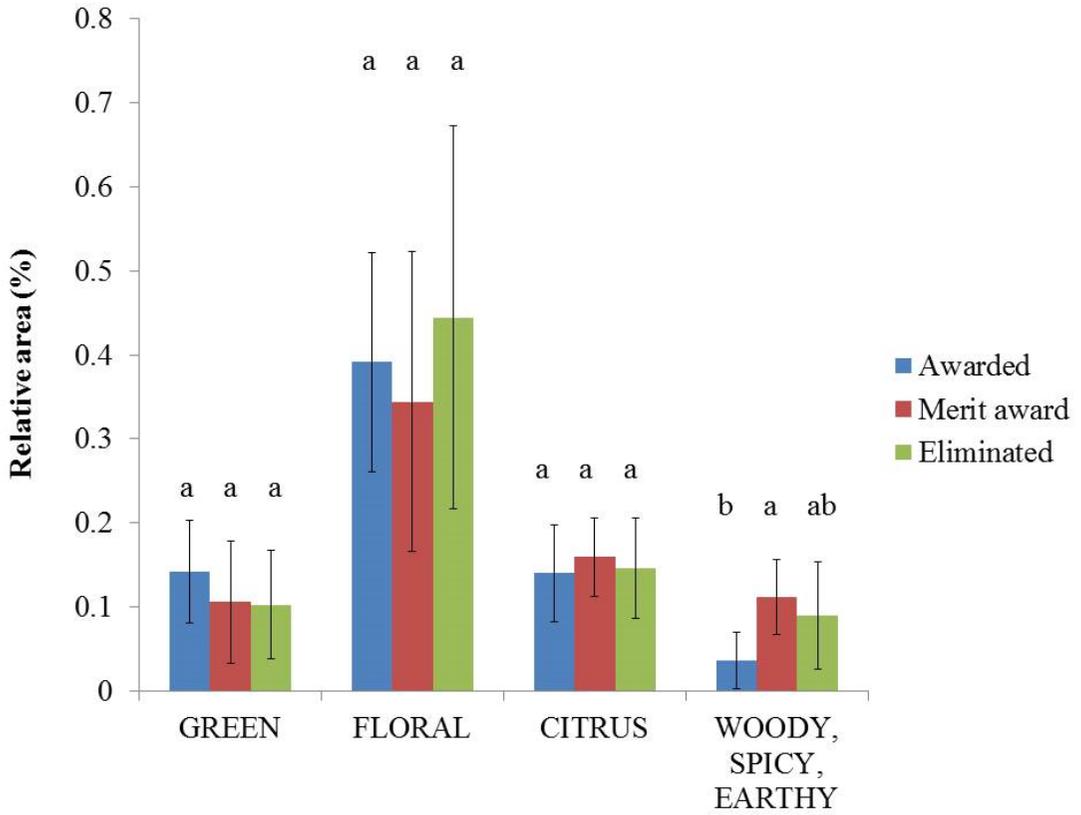
Table 6 The relative area of volatile organic compounds from Bi-Luo-Chun contest tea with different grades by 5 grades classification

Retention time	Compound	First prize	Golden award	Silver award	Merit award	Eliminated	Aroma description ^b
3.25	Pentanal		4.03% ± 2.32	2.91% ± 3.11	3.11% ± 3.94	3.73% ± 3.61	woody
5.526	Hexanal	7.06% ± 2.13	2.39% ± 2.34	2.97% ± 2.92	1.98% ± 2.05	0.45% ± 0.89	green
7.193	Trans-3-Hexen-1-ol		0.89% ± 1.99	3.40% ± 4.70	3.02% ± 3.83	0.88% ± 1.76	green
8.599	Heptanal	9.35% ± 3.23	6.82% ± 3.99	9.85% ± 1.15	5.42% ± 3.92	8.39% ± 7.44	green
11.299	Octane-2,3-dione				0.20% ± 0.59	0.59% ± 1.17	earthy, mushroom-like
14.092-14.585	Trans-Linalool oxide (furanoid)	20.92% ± 6.72	27.55% ± 5.39	19.80% ± 6.73	20% ± 11	16.80% ± 12.41	floral
14.948	Linalool	4.78% ± 6.76	9.01% ± 5.43	3.96% ± 5.43	4.02% ± 6.56	9.72% ± 6.90	floral
17.039-17.174	Trans-Linalool Oxides (pyranoid)	9% ± 13	12% ± 11	10.38% ± 9.12	10.75% ± 9.21	17.91% ± 11.04	floral
11.885	Octanal				0.26% ± 0.77	0.00% ± 0.00	
13.338	β-Ocimene			0.89% ± 2.00	0.32% ± 0.97	0.00% ± 0.00	citrus
22.909	cis-3-Hexenyl hexanoate		2.11% ± 2.06	3.50% ± 3.22	2.64% ± 3.27	1.72% ± 2.09	green, fruity
15.084	Nonanal	13.45% ± 4.24	8.84% ± 5.19	13.30% ± 1.86	12.71% ± 5.90	12.96% ± 7.53	citrus
19.497	β-Myrcene		1.45% ± 3.24	2.14% ± 3.39	7.31% ± 8.26	4.72% ± 3.92	spicy, peppery
11.429	2,2,4,6-Pentamethylheptane	3.09% ± 4.37	4.72% ± 3.28				metallic
15.456	2-Methyl-6-methylideneocta-1,7-dien-3-one				0.30% ± 0.91	0.51% ± 1.02	
17.923	Dodecane	25.92% ± 2.22	16.80% ± 6.07	22.10% ± 6.52	22% ± 14	17.89% ± 8.78	
23.37	Tetradecane	6.18% ± 1.18	3.12% ± 1.99	4.80% ± 1.01	5.42% ± 3.22	3.74% ± 1.88	
26.526	δ-Cadinene		0.57% ± 1.28		0.62% ± 1.86	0.00% ± 0.00	woody

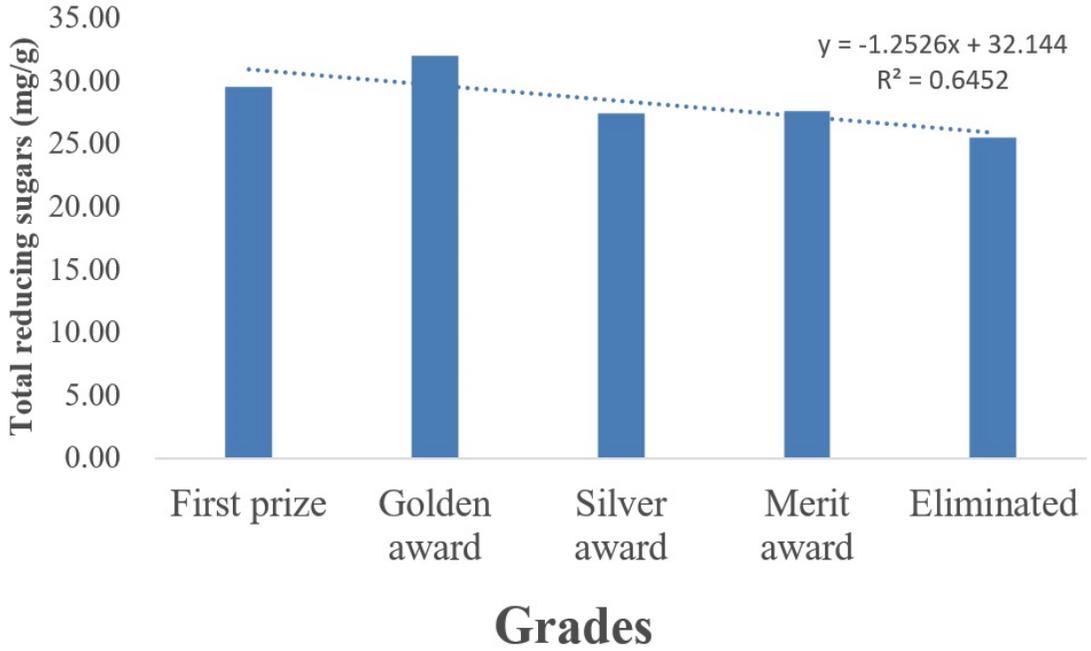
^a 相對含量百分比 = (化合物波峰面積) / (該茶樣所有化合物波峰面積總和) × 100%

^b 根據前人研究：林，2013；Baba and Kumazawa, 2014；Escudero et al., 2007；Furia, 1980；Ho et al., 2015；Mosciano, 1990, 1998；Qin et al., 2013；Ulrich et al., 2001；Wang et al., 1994；Wang et al., 2008, 2011。

三峽碧螺春綠茶比賽茶等級與成分關聯性之探討



圖一、碧螺春比賽茶茶湯四種香氣類型揮發性有機化合物相對面積百分比與不同等第間之相關性
 Fig. 1. The correlation between the relative areas of four aroma types of volatile organic compounds in tea liquor and the evaluation grades of Bi-Luo-Chun contest tea



圖二、碧螺春比賽茶茶湯還原糖含量與不同等第間之相關性

Fig. 2 The correlation between the content of total reducing sugars in tea liquor and the evaluation grades of Bi-Luo-Chun contest tea

以液相層析串聯質譜技術解構茶葉成分 特性及其與發酵反應之關聯

楊美珠¹ 張芷瑜² 郭芷君³ 黃宣翰³ 陳右人⁴

摘要

本研究利用液相層析串聯質譜儀 (liquid chromatography-mass spectrometry, LC-MS/MS) 針對綠茶、包種茶及紅茶等三種不同發酵程度茶葉水萃物，以碰撞誘發解離 (collision-induced dissociation, CID) 技術進行成分分析，可偵測鑑定出46種以上組成分。茶葉經發酵後於組成分部份具有大幅度變動，兒茶素與黃酮醇糖苷等分子顯著降解，同時生成了許多有機酸及烏龍茶質 (Theasinensins)，且烏龍茶質之生成並非一級反應。此外，還發現兒茶素二聚體 (catechin dimers) 存在於綠茶中，但隨著發酵程度增加而有所減少，與兒茶素含量變動一致。本技術未來可進一步應用至品質控管技術及加工製程參考指標之建立。

關鍵字：臺茶十七號、液相層析串聯質譜儀、碰撞誘發解離技術、發酵、兒茶素二聚體、烏龍茶質、茶黃質、黃酮醇、有機酸

前言

茶之抗氧化、抗發炎、降血脂甚至是抗癌等活性廣為人知，這些活性可歸功於茶中所富含之多酚如黃烷醇、黃酮醇及酚酸等，隨著不同程度之發酵加工，茶中活性成分與代謝物組成亦有所轉變。茶中兒茶素含量會隨著發酵程度增加，而有減少的趨勢。在茶葉加工時，兒茶素在有氧狀態下，經多酚氧化酵素 (PPO) 及過氧化酵素 (POD) 催化下，發生連鎖反應，經氧化聚合形成多種兒茶素聚合物，例如紅茶中的茶黃質、茶紅質，而烏龍茶質 (Theasinensins) 可以說是烏龍茶之特徵成分 (Sang et al., 2011)。Dai et al. (2017) 比較不同發酵程度茶葉之成分組成，發現游離兒茶素幾乎為綠茶或白茶之特徵成分，然而，在紅茶與黑茶中，兒茶素幾乎以二聚或更高分子量形式之聚合物存在。此外，雖然所有茶樣中皆可檢測到鞣花酸 (Ellagic acid)，但於紅茶中之含量相對較高，且較易於找到相關性高之糖苷代謝產物，黃酮醇糖苷 (Flavonol glycosides) 類如槲皮素及山奈酚之配糖化合物等，亦隨發酵程度而產生含量變化，而咖啡因、GCG 及 ECG 則較無受影響現象 (Wu et al., 2012)，但也有文獻表明兒茶素類分子皆會降解 (Fraser et al., 2014)，說明茶葉發酵所造成之連鎖反應複雜，且相互關聯性高，於不同品種茶樣基質之下是否會產生其他反應與產物值得進一步探討。為此，本研究以同一批茶菁加工成不同發酵程度茶葉為試驗材料，並利用液相層析串聯質譜儀針對茶葉熱水萃取物建立分析平臺，全面性鑑定茶湯化學組成及其發酵後之成分變化，以利後續探討發酵對於茶葉營養價值之影響，可望應用至控管並製造良好品質茶葉與相關參考指標。

1. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員兼課長。臺灣 桃園縣。
2. 行政院農業委員會茶業改良場 助理。臺灣 桃園縣。
3. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、助理研究員。臺灣 桃園縣。
4. 國立臺灣大學園藝暨景觀學系 教授。臺灣 臺北市。

材料與方法

一、試驗材料

於 106 年 5 月以機械採收茶業改良場 (楊梅總場) 臺茶十七號品種茶樹芽葉, 以綠茶、包種茶及紅茶製程, 製作三種發酵程度茶葉, 包括: 不發酵茶 (綠茶)、部分發酵茶 (包種茶)、全發酵茶 (紅茶), 製程如下:

(一) 代號 G (不發酵茶, 綠茶): 茶菁→炒菁→揉捻→乾燥。

(二) 代號 P (輕發酵茶, 包種茶):

茶菁→日光萎凋 (30 分鐘) →室內萎凋→攪拌 (10~20 分鐘) 與靜置 3 次→炒菁→揉捻→乾燥。

(三) 代號 B (全發酵茶, 紅茶):

茶菁→室內萎凋 (12~24 小時) →揉捻 2 小時→補足發酵 2 小時→乾燥。

二、化學成分分析

(一) 試藥與試劑

1. 標準品購自 Sigma/Aldrich (USA) 公司, 包括: Gallic acid (MW: 170)、(-)-Catechin (C, MW: 290.2)、(-)-Epigallocatechin (EC, MW: 290.2)、(-)-Gallocatechin (GC, MW: 306.3)、(-)-Epigallocatechin (EGC, MW: 306.3)、(-)-Catechin gallate (CG, MW: 442.4)、(-)-Epicatechin gallate (ECG, MW: 442.4)、(-)-Gallocatechin gallate (GCG, MW: 458.4)、(-)-Epigallocatechin gallate (EGCG, MW: 458.4)、Theaflavin (TF, MW: 564.5)、Theaflavin 3-gallate (TF3G, MW: 716.6)、Theaflavin 3'-gallate (TF3'G, MW: 716.6)、Theaflavin 3,3'-digallate (TFDG, MW: 868.7)、Caffeine (MW: 194.1)。

2. 層析使用之溶劑皆為 HPLC 級藥品, 包括甲酸 (98-100%, Merck)、及甲醇 ($\geq 99.9\%$, Spectaum)。

(二) 樣品收集與前處理

1. 標準品配製

沒食子酸、兒茶素 (C、EC、GC、EGC、CG、ECG、GCG、EGCG)、烏龍茶質 (TSA、TSB、TSC) 及茶黃質 (TF、TF3G、TF3'G、TFDG) 標準品以二次去離子水配置為濃度 $1 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 保存於 -40°C 冰箱中, 再以二次去離子水稀釋 100 倍 ($0.01 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) 做使用。

2. 茶樣萃取

乾燥茶葉樣品研磨成粉保存於 -20°C 。精秤 $0.100 \pm 0.010 \text{ g}$ 茶葉粉末, 以 8 mL 二次去離子水及 90°C 乾浴震盪萃取 20 min, 於 4°C 靜置 5 min 待冷卻後, 再以 1500 rpm 離心 1 min 後取上清液, 經 $0.45 \mu\text{m}$ 濾膜 (Syringe filter PVDF, Uniregion bio-tech) 過濾, 以二次去離子水稀釋兩倍後上機。

(三) 分析條件

1. LC 層析條件

本實驗所使用之分析儀器為液相串聯式質譜儀 (Agilent 6410B), 所搭配之高相液相層析儀 (Agilent, 1200series) 以 C18 管柱 (Agilent, Poroshell 120 EC-C18, $2.7 \mu\text{m}$, $4.6 \times 150 \text{ mm}$) 進行分析, 使用自動進樣系統 (Gerstal, Auto sampler) 以 $200 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ 之速率吸取 10 uL 樣品進樣, 管柱溫度保持於 40°C , Post time 設定為 2 min, 層析分析移動相以 $0.4 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ 流速進行層析分離, 第一移動相 (A) 為二次去離子水含 0.1% (v/v) 甲酸 (formic acid); 第二移動相 (B) 為 100% 甲醇。層析分離的梯度變化為自 0 min 到 2 min, 以 A:B = 95:5 比例線性變化至 A:B = 80:20, 接著自 2 min 到 8 min 維持 A:B = 80:20, 而從 8 min 至 12 min 則續以梯度變化至 A:B = 40:60, 自 12 min 到

15 min 維持 A:B =40: 60, 再從 15 min 開始至 19 min 以梯度變化至 A:B = 5: 95, 自 19 min 到 24 min 維持 A:B = 5: 95, 再從 24 min 開始至 27 min 以梯度變化至 A:B =5:95, 維持 3min 至 30 min 結束。

(四) 質譜條件

本實驗所使用之質譜儀為電噴灑離子化三段四極柱質譜儀 (ESI-QQQ), 採取負離子模式 (ES⁻) 進行全掃描。質譜儀參數設定如下:

毛細管電壓 (capillary voltage): 3500 V; 乾燥氣體溫度 (gas temperature): 350 °C; 乾燥氣體流速 (gas flow): 11 L·min⁻¹; 霧化氣體壓力 (nebulizer): 50 psi; 加速電壓 (cell accelerator voltage): 7 V; 質譜掃描時間 (scan time): 500 ms; 質譜掃描範圍 (mass scan range, m/z): 130 – 2000 m/z。

(五) 質譜分析軟體與資料庫

本研究使用 MassHunter Qualitative Analysis (Agilent software) 對質譜分析後的原始數據進行整合與輸出。利用線上質譜資料庫網站工具:

Massbank (<https://massbank.eu/MassBank/index.html>)、NIST Chemistry WebBook

(<https://webbook.nist.gov/chemistry/>)、ReSpect (<http://spectra.psc.riken.jp/menta.cgi/respect/index>) 等以鑑定茶葉熱水萃取代謝物成分。

結 果

一、以 LC-MS 分析不同發酵程度茶葉組成

茶樹是一種具豐富天然多酚之植物, 富含許多可溶性物質, 因此茶葉分析大多以液態溶劑直接對乾燥茶葉或研磨成粉狀之茶葉進行萃取, 而後搭配 LC 進行分析 (Umehara et al., 2017)。目前茶葉組成分析大多針對特定活性分子, 這些分子大多具有光譜特性, 因此, 可以 UV 或光二極體陣列偵測器 (diode array detector, DAD), 設定波長或全光譜掃描進行偵測。然而, 天然物分子組成複雜, 結構類似物繁多, 以狹窄區段波長 (200-300 nm) 之光譜較難以完整區分, 為了拓展分析廣泛與準確度, 近年多以 LC-MS 及 GC-MS 對茶葉進行分析 (Sherma, 2003)。Wu et al. (2012) 即以 C18 管柱搭配 LC-MS/MS, 將數種具代表性之茶種於負電模式下進行全成分分析, 偵測了 24 種茶葉成分的含量, 包括兒茶素、黃酮醇和黃酮醇苷、酚酸和嘌呤生物鹼, 將茶葉大致組成進行了較完整之質譜表述, 並可初步判斷出兒茶素及黃酮醇於不同茶種中受到發酵之含量變化趨勢 (Wu et al., 2012)。本研究以相同茶菁原料加工成綠茶、包種茶、紅茶等三種不同發酵程度之茶葉水萃物進行分析, 由於黃烷醇與黃酮醇類化合物在離子化過程中多以帶負電荷形式被偵測, 因此, 利用 LC-MS 負離子模式進行全掃描 (full-scan), 針對以上三種茶樣水萃物之全成分深入探討, 以化學角度進一步釐清發酵對於茶葉之影響。圖一為綠茶、包種茶及紅茶之離子層析 BPC (Base peak chromatogram) 圖, 可由波峰 (peak) 分佈及強度初步看出三種茶樣組成略有不同。

由於許多天然化合物尚未有商業標準品, 單純由物質之分子量與滯留時間並不足夠準確辨別分子結構。因此, 本研究進一步使用 LC-MS/MS 串聯質譜技術, 選定特定母離子進行碰撞誘發解離 (collision-induced dissociation, CID), 由於不同分子結構所發生之裂解模式不同, 利用其二次質譜圖 (MS²) 中特殊子離子碎片及比例推測與確認目標分析物之結構。

本研究之分析策略為以茶樣分析出來之波峰特徵質譜圖中進行母離子挑選, 為避免雜訊干擾造成誤判, 需確認所挑選之每一支波峰 S/N 比 (signal to noise ratio) 皆大於 3, 並將特徵離子進行 CID 碰撞, 再以母離子質荷比、質譜特徵及其子離子碎片與網路質譜資料庫 (Database)、標準品以

及文獻做比對，可將離子訊號之結構作初步推測與鑑定。由於 CID 碎裂能量不同可能影響 MS/MS 碎裂模式，因此，所選擇使用之碎裂能量，以二次質譜中母離子得以保留約 20 % 訊號強度，或具明顯子離子碎片之能量強度為主。

三種茶樣分子組成所鑑定之結果如表一、二、三所示，共可初步鑑定出 40 種以上化合物。部分波峰中可見兩種或以上之化合物之共沖提現象，但於二次質譜執行中，可藉由母離子之質荷比進行分辨，因此，不影響後續定性作業。結果顯示，幾乎所有離子皆可以得到明顯特徵子離子碎片，並成功於標準品與資料庫比對中取得良好鑑定結果。綠茶 (表一) 中很大部分由兒茶素、黃酮類糖苷組成，除了 CG 以外之兒茶素皆可由綠茶中發現。反觀紅茶 (表三)，兒茶素種類較少以外，與糖基鍵結之黃酮及黃酮醇與酚酸類之分子較少，但相較於綠茶又多出了多種烏龍茶質之訊號，甚至可發現茶黃質，由此可知綠茶與紅茶各有各自獨特之成分組成。包種茶 (表二) 之分子組成則呈現介於兩者之間，與綠茶之組成較相近，卻具有部分紅茶之特色成分。

黃酮、黃酮醇類及其配糖體為植物中常見之抗氧化物質，依據二次質譜及碎裂模式與過去文獻及資料庫比對後，這類糖苷類化合物基於其二次質譜圖中子離子碎片，可以推測出結構中以何種黃酮醇類為本體，如 G21 (RT=18.45 min) 中 m/z 609 經 CID 碰撞後可得 m/z 301 之子離子，可推測為槲皮素 (Quercetin, MW = 302) 之配糖體，但因配糖種類及位置具多樣變化，還需要以層析滯留時間及分子量作為輔助鑑定條件。於本研究之分析策略下，約 10 種黃酮醇糖苷及黃酮糖苷被鑑定，如 Quercetin-3-O-rutinoside、Kaempferol-3-D-galactoside 以及芹菜素 (Apigenin) 與楊梅素 (Myricetin) 之糖基化合物等。

二、發酵加工對茶葉成分造成之變化

由表一、二、三可得知三種茶葉之成分組成具有差異性，為進一步了解成分變化，除了定性資料以外，本研究亦從定量角度做初步觀察。由於 LC-MS 易受基質效應 (matrix effect, ME) 及離子化效果影響，且為排除相似出峰時間之不同化合物受到共積分之影響，因此，以相同出峰時間與質荷比之離子絕對訊號強度作為相對含量比較基礎，初步推論不同茶葉組成之含量變化。

本研究首先挑選了三種茶樣中前 10 強之離子訊號作為茶葉代表性成分比較，對茶葉組成分佈之差異性進行大方向的探討，結果如圖二所示，以其質荷比與滯留時間作為分子身份區別 (表四、五、六)，綠茶與包種茶豐度較強之離子組成分佈較為平均，紅茶之豐度最高離子訊號與次高有較大之差異。此外，可明顯看出綠茶及包種茶水萃取物中主要由兒茶素及兒茶素二聚體所構成，離子強度最高之分子皆為 EGC。隨著發酵程度增加，奎寧酸 (Quinic acid, m/z 191) 之相對含量比例也隨之增加，甚至成為了紅茶中豐度最強之分子。EGCG dimer 為綠茶與包種茶之間變化最明顯之兒茶素，此外，紅茶之組成較為複雜，單就豐度前 10 強分子即出現綠茶與包種茶中未被發現的成分，並且獨特擁有 TSC 與 TSB。

以上結果可以驗證紅茶與綠茶及包種茶之成分具有差異，並大部分源自於黃烷醇類及其聚合物、有機酸以及黃酮醇糖苷。

2.1 黃烷醇類 (兒茶素類) 及其聚合物

三種茶中兒茶素類物質之離子訊號強度變化如圖三所示，三種茶樣均未偵測到 CG 之訊號，除 CG 外可於綠茶及包種茶中發現其他 7 種常見兒茶素，並可以發現於綠茶中每一種兒茶素之離子訊號強度與紅茶皆具有明顯差異，而部分發酵之包種茶中兒茶素離子訊號強度與綠茶類似。紅茶中可偵測到之兒茶素種類較其他兩者少，GC 及 GCG 並未於紅茶中發現。值得注意的是，GCG 離子訊

號強度於綠茶中最多，包種茶中其次，於紅茶中幾乎未偵測到其存在，具有隨著發酵程度加劇而減少之趨勢。

除了單體兒茶素以外，本實驗亦偵測到許多不同結構之烏龍茶質 (TS) 及茶黃質 (TF) 訊號，其離子訊號強度比較如圖四與圖五所示。TS 大量出現於紅茶中，尤其是 TSC 亦隨著發酵程度增加而有所增加，有趣的是，與其他 TS 不同，TSH (TSB 之異構物) 呈現相反趨勢，其離子訊號強度隨發酵程度增加而有所降低，此發現與一般文獻中所述之兒茶素會因發酵而產生氧化聚合之現象有所不同，值得深入探討。本研究顯示 TF 只在紅茶中被發現，四種 TF 之絕對豐度都較低，訊號強度只有 10^4 等級 (一般為 10^5)，雖無從進行比較，但亦可成為全發酵茶之指標成分之一。

其他型態之兒茶素二聚體 (Catechin dimer) 也在本實驗中被發現，結果如圖六所示。這些分子以其分子量、層析時間與二次質譜結果推論為不同於 TS 及 TF 之二聚體，並且於離子訊號強度變化方面與單體兒茶素類似之趨勢，兒茶素二聚體仍於綠茶中廣泛存在，除去 EC 幾乎只以單體型態存在於三種茶中，且於未偵測到 CG 之樣品中亦無發現 CG dimer 之訊號，其他兒茶素皆具有單體與二聚體兩種形式，大部分兒茶素二聚體訊號強度與兒茶素一樣，亦隨發酵程度增加而有所降低，較不同的是，綠茶中單體兒茶素以 EGC 之相對強度較高，而於兒茶素二聚體中則以 EGCG dimer 為主，單體兒茶素含量是否受兒茶素二聚體多寡所影響還有待進一步釐清。

2.2 黃酮與黃酮醇糖苷

綠茶與包種茶之總黃酮類佔其全成分約 12%，而紅茶佔了 18%，代表紅茶組成中黃酮類物質所占比例較高，但以總黃酮含量與種類來說，還是以綠茶最多而紅茶最少。由於部分黃酮糖苷相對茶中其他組成較微量，相較於兒茶素之變化顯得容易被忽略，不適合於全成分分析中一起比較，且以現有資訊無法推測其完整結構，因此，黃酮糖苷含量之比較，採用以同一種黃酮配糖體之訊號強度，相對於總黃酮類物質訊號強度加總之百分比含量作為比較基礎，單就黃酮類物質之成分變化作探討，結果如圖七所示。三種茶樣中黃酮類皆以槲皮素 (Quercetin) 與山奈酚 (Kaempferol) 之糖基分子為主，經由發酵後變化最大的黃酮為楊梅素 (Myricetin)，從綠茶發酵成紅茶後減少了約一倍之含量，其他則變化不大 (約 10% 以內)。圖七 Total flavonol 數值為將三種茶類之總黃酮類物質訊號強度除以三種茶類之總黃酮類物質訊號強度總和，結果顯示總黃酮類含量以綠茶最高、包種次之，紅茶最少。

討 論

一、發酵程度對茶葉組成之影響

由圖二可知，綠茶與包種茶之大部分組成以兒茶素單體與兒茶素二聚體為主，但紅茶卻不然，除了烏龍茶質以外，還多出了許多有機酸，意即綠茶經過發酵後，其組成分子發生了巨大的變化。奎寧酸為綠原酸 (Chlorogenic acid) 的生合成前驅物，常見於許多植物尤其是咖啡豆中 (Moon and Shibamoto, 2010)，於本研究中是為紅茶含量最豐富之物質，同樣也於綠茶與包種茶中發現，但其訊號強度於三種茶中表現相去不遠，因於不同基質中，奎寧酸含量實際上是否增加，亦或是紅茶中其他組成相對豐度皆較低，進而凸顯出奎寧酸相對豐度較高之可能性還有待釐清，可以肯定的是，此物質為茶葉水萃物中豐富的存在。

沒食子酸 (Gallic acid, GA, $m/z = 169$)，特徵質譜圖如圖八所示，為一種常見於藥用植物與機能性食品中之天然多酚及有機酸，具有廣泛之健康效益，如抗癌、抗發炎或抑制細菌增殖 (Hsiang et al., 2013)，於體外實驗中還發現 GA 可誘導細胞傳遞訊號對細胞保護機制進行介導作用 (Feng et al., 2018)，是茶葉中抗氧化活性來源之一 (Bedner and Dwever, 2011)，而部分兒茶素如 EGCG 或茶

黃質等於結構上亦可以說是 GA 之酯化衍生物 (Fiuza et al., 2004), 由此可知 GA 為茶葉中重要組成成分, 於本研究中只在紅茶中可以發現, 其生成機制很可能為由較大分子量之酚類或有機酸水解或熱解而成, 幾乎可以確定為茶葉發酵後之產物, 也就是紅茶中主要多酚之一, 此結果也與文獻相符 (Hodgson et al., 2000)。此外, 於紅茶中連苯三酚 (Pyrogallol, PG, $m/z = 125$) 為豐度第 9 之分子, 其與 GA 之滯留時間類似, 其特徵質譜圖會與 GA 同時顯示, 是 GA 脫去酸根之熱降解產物, 於 GA 之 MS/MS 結果中也能看到 PG 以子離子形式出現 (圖八), GA 及 PG 之二次質譜圖可看出兩者具有相似結構, 本研究材料只有紅茶有 PG, 因此推論 PG 於紅茶中之高含量與 GA 之生成有關。

綠茶中具有兩支 m/z 337 之離子訊號, 滯留時間分別為 14.9 與 17 分鐘, 經文獻與其 MS/MS 結果比對後, 推測為 4-p-coumaroylquinic acid (4-pCoQA) 與 5-p-coumaroylquinic acid (5-pCoQA), 兩者結構類似, 差別在於側鏈位置結合在不同位子的碳基上, 其 MS^2 圖譜與碎裂模式也幾乎相同, 以本研究所使用之質譜解析度無法精確判斷, 即利用層析時間做初步區別。pCoQA 為香豆酸與奎寧酸結合 (conjugate) 而成, 與奎寧酸同是常見生物體中有機酸合成原料衍生物之一, 除具有許多結構類似物以外, 更有容易發生交互作用之傾向 (Ncube et al., 2014), 於綠茶中 4-pCoQA 之離子訊號強度為 28289, 而於紅茶中卻上升至 45784, 並且成為紅茶中次多之有機酸分子, 且 5-pCoQA 並未於紅茶中被偵測, 代表有機酸於發酵過程中之變化是複雜的, 結構轉換與降解 (或水解) 同時發生或彼此交織, 暗示了奎寧酸於茶葉發過程中實際產生的含量, 可能遠超過單純數據上之顯示, 且大部分之有機酸含量將可能由奎寧酸與 GA 所主導。

植物中之黃酮醇類常以糖基衍生物之形式存在, 可歸類於類黃酮分子, 通常優先於 C-7 或 C-3 結合, 但也有不同鍵結位與雙糖體出現 (Beelders et al., 2014), 於本研究分析結果中有出現較大分子量之黃酮醇糖苷, 推測即為結合兩種或以上糖類之黃酮醇分子, 但由於這些分子之二次質譜結果辨識度差, 無法選其明顯特徵進行結構判定, 因此類黃酮醇之組成變化不與其他成分一起比較。本研究之結果顯示紅茶中總黃酮醇糖苷離子訊號強度較綠茶及包種茶低, 其可能原因為發酵製程誘導其結構分解 (Pedan et al., 2018), 但於紅茶中並未發現黃酮醇分子與糖苷分開之黃酮醇分子被檢測到之現象, 因此無法肯定其離子訊號強度降低之原因為何? 推測不同發酵程度茶類間有可能因基質環境改變而產生訊號抑制之現象, 但此類分子之變化仍可視為發酵過程對茶葉組成影響之指標。

二、兒茶素聚合物質譜分子鑑定

常見之烏龍茶質具有明確結構定義, TSA 為二單位 EGCG 聚合物、TSB 為 EGCG 及 EGC 聚合物、TSC 為二單位 EGC 聚合物, TSH 同 TSB 為 EGCG 及 EGC 聚合物, 差別在於部分官能基結構位子不同, 可於層析部分做分離。但於本研究結果中, 可見許多尚未具明確結構定義之兒茶素二聚體訊號, 以 G21 (RT:16 min) 為例, 其特徵質譜圖中 (圖九上) 可見 m/z 457 及 m/z 915 兩支離子訊號, 分別針對此二離子進行 MS/MS 之結果如圖九 (中、下) 所示, 可以看到兩支離子訊號之碎裂模式非常類似, m/z 915 之 MS^2 中較前者多了一支 m/z 457 的子離子碎片, 推估 m/z 915 十分可能為 m/z 457 之聚合訊號, 以 G21 中 m/z 457 之 MS^2 結果與資料庫及標準品比對後推論為 EGCG, 而 m/z 915 為 EGCG 二聚體化合物。

為進一步確認此推論之可能性以及形成原因, 本研究以存放約一年 (1,000 ppm 保存於 -40°C) 以及配製後立刻進行分析之 EGCG 標準品 (濃度皆為 5 ppm) 做比較, 結果發現存放一年之標準品中可以於滯留時間 16 分鐘之波峰同時看到 m/z 457 與 m/z 915 (圖十), 與茶樣分析結果相同, 有較大比例之 m/z 915 被偵測到, 而新鮮配製之標準品卻幾乎只出現單體 EGCG 之訊號, 代表出現聚合現象並非於儀器分析時造成, 單體 EGCG 可能於一段時間之存放後會有自氧化聚合現象發生, 而單體與二聚體之間轉換率與穩定性尚未可知, 需要更詳盡的時間測試才可作進一步判斷。

單體與二聚體並存之現象不止出現於 EGCG，於其他兒茶素標準品實驗中亦有相同狀況，且可與茶樣結果相互比對，這些兒茶素二聚體與其單體形式具有相同出峰時間，如 G15 及 B12 中，EGC ($m/z = 305$) 及 EGC dimer ($m/z = 611$) 皆於 13.4 分鐘出峰，或是 G25 及 B21 中，ECG ($m/z = 441$) 及其 dimer ($m/z = 883$) 亦皆於 17.2 分鐘共同出峰。雖然以本研究之管柱及梯度選擇性並未有效將單體與二聚體形式之分子，兩者之間進行分離，但可於後續質譜二次掃描中有所區別。因此，於分子身份鑑定結果中推論兒茶素及其二聚體雖有相同滯留時間，實為兩種不同化合物，並非因離子化過程等因素造成之碎片化現象。

三、兒茶素聚合物與發酵加工製程之關聯性

由本試驗結果可以得知，茶葉經發酵後，許多成分分子發生離子訊號強度及結構之改變，其中兒茶素及相關聚合物為三種茶樣中最主要之成分。兒茶素為具有多樣生物活性之天然多酚，為許多學者熱切關注之天然藥物開發潛力物質，於本研究之結果中，發現紅茶之兒茶素含量較少，且有烏龍茶質之生成。然而，對於茶葉來說，雖然重要活性成分兒茶素含量降低，紅茶也具有其特殊活性，如改善骨質疏鬆、抗氧化及預防脂質過氧化、腎臟保護作用 (Zhu et al., 2017)、調節血壓降低腦中風機會 (Chang et al., 2017) 以及抑制病原菌 (Arun et al., 2017) 等，而此些活性來源將可能部分由烏龍茶質所貢獻 (Imran et al., 2018; Liang et al., 2018)。根據文獻指出，烏龍茶質於小鼠體內實驗中具有調解血糖之活性 (Qiu et al., 2014)，甚至是藉由影響細胞訊號傳導路徑以抑制炎症或誘導細胞凋亡等，與綠茶及單體兒茶素之活性相比亦不分高下。因此，茶葉經由發酵等加工後，探討這些分子與活性之變化與就顯得相當重要。

烏龍茶質具有多種類型與不同結構，TSA 於本研究中只在紅茶中被偵測。TSA ($m/z 913$) 由兩單位之 EGCG 所構成，紅茶之 EGCG 以及 EGCG dimer 離子訊號強度相較於綠茶皆相對少量，綠茶之 EGCG 離子訊號強度與紅茶類似，EGCG dimer 卻非常豐富，而包種茶之 EGCG dimer 稍有下降，EGCG 之離子訊號強度反而上升。Lin et al. (2016) 研究烏龍茶加工時，茶菁攪拌前後兒茶素含量變化，發現攪拌後兒茶素含量下降，但含量會再逐漸上升至下一次攪拌前，伴隨揮發性有機化合物種類與含量改變。由以上動態變化可推論，EGCG 原以 dimer 型態存在於本研究材料之茶菁中，經過發酵 (萎凋攪拌) 後，會破壞其二聚體結構釋放出單體 EGCG，隨著發酵程度增加，單體 EGCG 會再度聚合，其產物一部份將以 TSA 之形式存在。

當然，EGCG 亦有可能與其他兒茶素產生聚合現象，如 TSB ($m/z 761$) 為由 EGCG 與 EGC 聚合而成，而綠茶與包種茶中 EGC 之含量非常豐富，其訊號強度經過發酵後有大量降低的趨勢，二聚體型態之 EGC 亦有類似狀況，而 EGC 之消耗量看似比 EGCG 更強，除了 EGC 及其二聚體受到發酵程度之影響可能較 EGCG 更高以外，紅茶中 TSC ($m/z 609$) 之生成也有關聯，由於 TSC 為二單位之 EGC 聚合而成，更揭示了 EGCG 及 EGC 含量變化原因之一。此現象只有一個例外，就是出現於綠茶及包種茶中之 TSH ($m/z 761$)，同 TSB 為 EGCG 與 EGC 聚合而成，與其他 TS 不同，其離子訊號強度隨著發酵程度增加而有所減少，猶如兒茶素二聚體一樣，故推測發酵過程不止會造成烏龍茶質之生成，亦有可能對部分相關聚合物產生結構破壞或降解，最後轉化成其他小分子產物或重新聚合。

茶黃質亦為兒茶素二聚體，為一群化合物之總稱，其聚合方式及結構與 TS 較為不同，且脂溶性較 TS 高，故不視作同一類型。於本研究中亦只有於紅茶中有觀察到 TF 之訊號，以標準品確認後，可以觀察到 4 種茶黃質。TF 為 EC 及 EGC 之聚合物；TF3G 為由 EC 與 EGCG 聚合而成；TF3'G 為 ECG 及 EGC 之聚合物；TFDG 則為 ECG 及 EGCG 之聚合物，意即除去 C、GC、GCG，以及本來就未偵測到之 CG 以外，每一種兒茶素皆於發酵過程中被消耗於生成 TS 及 TF，尤其是 EGCG 及 EGC，為合成 TS 及 TF 之重要材料，不論是單體還是二聚體之含量皆有較大幅度下降趨勢，如

此便提供了茶葉中單體與二聚體型態兒茶素經發酵加工後，會形成兒茶素聚合物之證據。

然而，於紅茶中豐度前 10 強之組成離子相對強度都不高且較為平均，代表紅茶組成十分複雜，包含許多微量或是分析方法中並未探索到之成分，因此，紅茶分析之基質效應將可能較大幅度影響訊號離子強度之表現，意即離子訊號強度之變化與差距不一定完全由發酵製程所造成，兒茶素聚合物之形成可能並非單一途徑或一次反應，甚至並非一種產物，於過程中是否還有其他特殊反應與產物值得深入探討。

結 論

本研究採用了不同發酵程度之茶樣，利用部分發酵之包種茶，從發酵程度之中間點捕捉組成分經發酵後可能之趨勢及走向，以降低分析誤差與誤判之機率。綠茶中很大部分由兒茶素、兒茶素 dimer、黃酮醇類糖苷組成，除了 CG 以外之兒茶素皆可由綠茶中發現。紅茶兒茶素種類較少以外，與糖基鍵結之黃酮醇分子較少，但相較於綠茶又多出了多種烏龍茶質及茶黃質訊號，由此可知綠茶與紅茶各有各自獨特之成分組成。包種茶及烏龍茶之分子組成則呈現介於兩者之間，與綠茶之組成較相近，卻具有部分紅茶之特色成分。

由以上結果顯示利用液相層析串聯質譜儀進行茶葉成分分析，並以碰撞誘發解離技術對分子身份進行鑑定，可解決茶葉組成成分複雜、結構類似物繁多、及以 LC-DAD 狹窄波段光譜較難以完整區分之問題，可成功捕捉茶葉組成成分之含量變化及趨勢，因此，為快速靈敏之茶葉分析平臺。未來本技術可進一步應用於提升茶葉機能性加工製程開發及品質控管技術等，以提升茶葉經濟價值。

參考文獻

1. Bedner, M., and Duewer, D.L. 2011. Dynamic calibration approach for determining catechins and gallic acid in green tea using LC-ESI/MS. *Anal Chem.* 83(16): 6169-76.
2. Beelders, T., de Beer, D., Stander, M. A., and Joubert, E. 2014. Comprehensive phenolic profiling of *Cyclopia genistoides* (L.) Vent. by LC-DAD-MS and -MS/MS reveals novel xanthone and benzophenone constituents. *Molecules* 19(8): 11760-90.
3. Chang, C. W., Wang, S. H., Jan, M. Y., and Wang, W. K. 2017. Effect of black tea consumption on radial blood pulse spectrum and cognitive health. *Complement Ther Med.* 31: 1-7.
4. Dai, W., Xie, D., Lu, M., Li, P., Lv, H., Yang, C., Peng, Q., Zhu, Y., Guo, L., Zhang, Y., Tan, J., and Lin, Z. 2017. Characterization of white tea metabolome: Comparison against green and black tea by a nontargeted metabolomics approach. *Food Res Int.* 96: 40-45.
5. Feng, R. B., Wang, Y., He, C., Yang, Y., and Wan, J. B. 2018. Gallic acid, a natural polyphenol, protects against tert-butyl hydroperoxide-induced hepatotoxicity by activating ERK-Nrf2-Keap1-mediated antioxidative response. *Food Chem Toxicol.* 119: 479-488.
6. Fiuzza, S. M., Gomes, C., Teixeira, L. J., Girao da Cruz, M.T., Cordeiro, M.N., Milhazes, N., Borges, F., and Marques, M. P. 2004. Phenolic acid derivatives with potential anticancer properties--a structure-activity relationship study. Part 1: methyl, propyl and octyl esters of caffeic and gallic acids. *Bioorg Med Chem*, 12(13): 3581-9.
7. Fraser, K., Lane, G. A., Otter, D. E., Harrison, S. J., Quek, S.Y., Hemar, Y., and Rasmussen, S. 2014. Non-targeted analysis by LC-MS of major metabolite changes during the oolong tea manufacturing in

- New Zealand. Food Chem. 151: 394-403.
8. Hodgson, J. M., Morton, L.W., Puddey, I. B., Beilin, L. J., and Croft, K. D. 2000. Gallic acid metabolites are markers of black tea intake in humans. J Agric Food Chem. 48(6): 2276-80.
 9. Hsiang, C. Y., Hseu, Y. C., Chang, Y. C., Kumar, K. J., Ho, T. Y., and Yang, H. L. 2013. *Toona sinensis* and its major bioactive compound gallic acid inhibit LPS-induced inflammation in nuclear factor-kappaB transgenic mice as evaluated by in vivo bioluminescence imaging. Food Chem. 136(2): 426-34.
 10. Imran, A., Arshad, M. U., Arshad, M. S., Imran, M., Saeed, F., and Sohaib, M. 2018. Lipid peroxidation diminishing perspective of isolated theaflavins and thearubigins from black tea in arginine induced renal malfunctional rats. Lipids Health Dis. 17(1): 157.
 11. Liang, Q., Lv, M., Zhang, X., Hu, J., Wu, Y., Huang, Y., Wang, X., and Sheng, J. 2018. Effect of Black Tea Extract and Thearubigins on Osteoporosis in Rats and Osteoclast Formation in vitro. Front Physiol. 9: 1225.
 12. Moon, J. K., and Shibamoto, T. 2010. Formation of volatile chemicals from thermal degradation of less volatile coffee components: quinic acid, caffeic acid, and chlorogenic acid. J Agric Food Chem. 58(9): 5465-70.
 13. Ncube, E. N., Mhlongo, M. I., Piater, L. A., Steenkamp, P. A., Dubery, I. A., and Madala, N. E. 2014. Analyses of chlorogenic acids and related cinnamic acid derivatives from *Nicotiana tabacum* tissues with the aid of UPLC-QTOF-MS/MS based on the in-source collision-induced dissociation method. Chem Cent. J. 8(1): 66.
 14. Qiu, J., Maekawa, K., Kitamura, Y., Miyata, Y., Tanaka, K., Tanaka, T., Soga, M., Tsuda, T., and Matsui, T. 2014. Stimulation of glucose uptake by theasinensins through the AMP-activated protein kinase pathway in rat skeletal muscle cells. Biochem Pharmacol. 87(2): 344-51.
 15. Sang, S., Lambert, J. D., Ho, C. T., and Yang, C. S. 2011. The chemistry and biotransformation of tea constituents. Pharmacol Res. 64(2): 87-99.
 16. Sherma, J. 2003. High-performance liquid chromatography/mass spectrometry analysis of botanical medicines and dietary supplements: a review. J. AOAC Int. 86(5): 873-81.
 17. Umehara, M., Yanae, K., Maruki-Uchida, H., Sai, M. 2017. Investigation of epigallocatechin-3-O-caffeate and epigallocatechin-3-O-p-coumarate in tea leaves by LC/MS-MS analysis. Food Res Int. 102: 77-83.
 18. Wu, C., Xu, H., Heritier, J., and Andlauer, W. 2012. Determination of catechins and flavonol glycosides in Chinese tea varieties. Food Chem. 132(1): 144-9.
 19. Zhu, C., Tai, L. L., Wan, X. C., Li, D. X., Zhao, Y. Q., and Xu, Y. 2017. Comparative effects of green and black tea extracts on lowering serum uric acid in hyperuricemic mice. Pharm Biol. 55(1): 2123-2128.

Deconstructing Tea Composition Characteristics by Liquid Chromatography Mass Spectrometry and Discussing Its Correlation with Fermentation Reaction

Meei-Ju Yang¹ Chih-Yu Chang² Chih-Chun Kuo³ Hsuan-Han Huang³
Iou-Zen Chen⁴

Summary

Forty-six compounds were characterized for three different fermentation-degree teas (green tea, paochung tea and black tea) by analytical liquid chromatograph tandem mass spectrometer with collision-induced dissociation (CID). It showed that variation of compositions after tea fermentation. Catechins and flavonol aglycones were significantly decreased followed by formation of organic acids, theasinensins and theaflavins. In addition, a lot amount of catechin dimers were detected in green tea, and decreasing when proceed further fermentation. The technology can be further applied to the establishment of quality control technology and processing process reference indicators in the future.

Key words: TTES No.17, Liquid chromatography mass spectrometry (LC-MS/MS), Collision-induced dissociation (CID), Fermentation, Catechin dimers, Theasinensins, Theaflavins, Flavonols, Organic acid

-
1. Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Yangmei, Taiwan, R.O.C.
 2. Research Assistant, Tea Research and Extension Station, Yangmei, Taiwan, R.O.C.
 3. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Yangmei, Taiwan, R.O.C.
 4. Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

表一、綠茶組成分 LC-MS/MS 鑑定結果

Table 1 Identification of compounds in green tea water extract by LC-MS/MS

peak no.	RT	m/z [M-H]	product ion (m/z)	CE (ev)	Identification of tea metabolites
G1	3.58	409,317	409>97	20	-
	3.65	347	347>311,179.2	20	-
G2	4	191,533	533>191	23	Quinic acid+galloyl quinic acid
			191>127,111,87,59	20	Quinic acid
G3	4.2	341,683	341>113,89,59	18	caffeoyl-glucose
			683>341	22	-
G4	5.3	173	173>155,84	20	Aconitic acid
G5	7.6	331	331>211,123,125,169,124,59	20	Galloyl-glucose
G6	8.1	609	609>423,305,125,177	25	-
G7	8.4	687,343, 191	343>191	20	Galloyl quinic acid
G8	8.6	411	687>343,191	23	Galloyl quinic acid dimer
			411>241,169,97,331,125	23	-
G9	8.9	331	331>168,125	21	Galloyl-glucose isomer
			609>305,423,177,125	25	-
G10	9.3	611,305	611>305,125,179,261	25	GC dimer
G11	10.1	761,593	305>125,167,219	20	Galocatechin (GC)
			761>609,423,305,177,243,125	25	TSH
G12	10.3	716	593>305,177,289,125	20	GC+C conjugate
			-	-	-
G13	10.8	577	577>407,289,125,425,273	20	C dimer
G14	12.7	577	577>289	20	EC dimer
G15	13.4	611,305	305>219,125,165	20	EGC
			611>305,211,125	20	EGC dimer
G16	14.4	289	289>245,227,203,151,123	16	catechin (C)
G17	14.7	745	-	-	-
G18	14.9	337	337>119,163,191	22	4-O-coumaroylquinic acid
G19	15.2	577,453	-	-	-
			-	-	-
G20	15.8	729	-	-	-
G21	16	915,457	915>169,457,305,125	25	EGCG dimer
			457>169,305,125	23	epigallocatechin-3-gallate (EGCG)
G22	16.5	457,915	915>169,457,305,125	30	GCG dimer
			457>169,305,125	23	galocatechin-3-gallate (GCG)
G23	16.6	289	289>245,221,109,151	18	epicatechin (EC)

續表一 (Table 1 Continued)

G24	17	337,173	337>173,191,119,93	22	5-O-coumaroylquinic acid
			173>93	20	-
G25	17.2	883,441	883>169,289,441,331	30	ECG dimer
			441>169,289,331	23	Epicatechin-3-gallate (ECG)
G26	17.4	367	367>259,287,125,177	20	-
		563	563>443,383,472	25	Apigenin 6-glucoside 8-arabinoside
G27	17.9	479,625	479>316,271,179	22	Myricetin-glycoside
			625>316	27	-
G28	18.1	771	771>301,271	25	quercetin-3-O-glucosyl-pentoside
		597	597>357,387,477,417	25	-7-O-glucuronide
G29	18.45	609	609>301	25	Quercetin-3-O-rutinoside
G30	18.5	463	463>300,271,151	22	Quercetin-3-O-glucoside
G31	18.8	755	755>285	22	kaempferol-3-O-galactosyl-rhamnosy l -glucoside
G32	19.1	447,515	447>284,255,327	22	Kaempferol-3-O-galactoside
			515>447,255,227	24	-
G33	19.4	447,515	447>284,255,227,327,151	22	Kaempferol-3-O-glucoside
			515>284	24	-
G34	20	539	539>301,145,179	25	Quercetin-glycoside
		509	509>161,331,101	25	-
G35	21.2	531	531>285,145	25	Kaempferol-glycoside
G36	23.5	493,447	493>89,119,59,447	23	-
			447>89,59	23	-

註:- 為低質量二次圖譜或未知物

表二、包種茶組成分 LC-MS/MS 鑑定結果

Table 2 Identification of compounds in paochung tea water extract by LC-MS/MS

peak no.	RT	m/z [M-H]	product ion (m/z)	CE (ev)	Identification of tea metabolites
P1	3.58	409,317	409>97	15	-
	3.65	347	347>311,179.2	15	-
P2	4	191,533	533>191	23	Quinic acid+galloyl quinic acid
			191>127,111,87,59	20	Quinic acid
P3	4.2	341,683	341>113,89,59	18	caffeoyl-glucose
			683>341	22	-
P4	5.3	173	173>155,84	20	Aconitic acid
P5	6.2	405,191	-	-	-
P6	6.9	609	609>471,303	21	TSC
P7	7.6	331	331>211,123,125,169,124,59	20	galloylglucose
P8	8.1	609	609>423,305,125,177	25	-
P9	8.4	687,343	343>191	20	Galloyl quinic acid
			687>343,191	23	Galloyl quinic acid dimer
P10	8.6	411	411>241,169,97,331,125	23	-
P11	8.9	609	609>305,423,177,125	25	-
P12	9.3	611,305	611>305,125,179,261	25	GC dimer
			305>125,167,219	20	GC
P13	10.1	761,593	761>609,423,305,177,243,125	25	TSB
			593>305,177,289,125	20	GC+C conjugate
P14	10.5	761,593	761>609,305	25	TSH
			593>305	20	-
P15	12.7	577	577>289	20	EC dimer
P16	13.4	611,305	305>287,219,125,165	20	EGC
			611>305,261,219,125	21	EGC dimer
P17	14.4	289	289>245,227,203,151,123,109	16	catechin (C)
P18	14.7	745	-	-	-
P19	14.9	337	337>119,163,191	22	4-O-coumaroylquinic acid
P20	15.2	577	-	-	-
P21	15.8	729	-	-	-
P22	16	915,457	915>169,457,305,125	25	EGCG dimer
			457>169,305,125	23	epigallocatechin-3-gallate (EGCG)
P23	16.5	457,915	915>169,457,305,125	30	GCG dimer
			457>169,305,125	23	gallocatechin-3-gallate (GCG)
P24	16.6	289	289>109,245,151,187	18	epicatechin (EC)

續表二 (Table 2 Continued)

P25	17	337,173	337>173,191,119,93 173>93	22 20	5-O-coumaroylquinic acid -
P26	17.2	883,441	883>169,289,441,331 441>169,289,331	30 23	CG dimer CG
P27	17.4	367 563	367>259,287,125,177 563>443,383,472	20 25	- Apigenin 6-glucoside 8-arabinoside
P28	17.9	479,625	479>316,271,179 625>316	22 27	Myricetin-glycosides -
P29	18.1	771 597	771>301,271 597>357,387,477,417	25 25	quercetin-3-O-glucosyl-pentoside -7-O-glucuronide -
P30	18.45	609	609>301	25	Quercetin-3-O-rutinoside
P31	18.5	463	463>300,271,151	22	Quercetin-3-O-glucoside
P32	18.8	755	755>285	25	kaempferol-3-O-galactosyl-rhamnosyl-glucoside
P33	19.1	447	447>284,255,327	22	Kaempferol-3-O-galactoside
P34	19.24	593	-	-	-
P35	19.4	447	447>284,255,227,327,151	22	Kaempferol-3-O-glucoside
P36	20	539	539>301,145,179	25	Quercetin-glycosides
P37	21.2	531	531>285,145	25	Kaempferol-glycoside
P38	23.5	493,447	493>89,119,59,447	23	-

註:- 為低質量二次圖譜或未知物

表三、紅茶組成分 LC-MS/MS 鑑定結果

Table 3 Identification of compounds in black tea water extract by LC-MS/MS

peak no.	RT	m/z [M-H]	product ion (m/z)	CE (ev)	Identification of tea metabolites
B1	3.58	409,347	409>97	15	-
B2	4	191, 533	533>191	20	Quinic acid+galloyl quinic acid
			191>173,127,85,71	20	Quinic acid
B3	4.2	341,683	341>113,89,59	18	Caffeoyl-glucose
			683>341	20	-
B4	5.3	173	173>155,128,84	12	Aconitic acid
B5	6.9	609	609>471,523,303,167	21	Theasinensin C (TSC)
B6	8.4	125,169	125>97,79,51	18	Pyrogallol
			169>125,79	20	Gallic acid
		343,687	343>191	22	Galloyl quinic acid
			687>343,191	23	Galloyl quinic acid dimer
B7	8.5	411	411>241,169,97,331	22	-
B8	9.3	761	761>609,591,465,453,5 47,297	22	Theasinensin B (TSB)
B9	10	759	759>741,607,427,331,1 69,589	20	Prodelphinidin A-2 3'-gallate
B10	11.4	456,913	456>169,304,125,137 913>743,591,573,447	20	- Theasinensin A (TSA)
B11	13.5	305,611	305>219,125,165 611>305,221,125	20	Epigallocatechin (EGC) EGC dimer
B12	14.4	289	289>245,227,203,151	16	Catechin (C)
B13	14.6	427	427<289,203,261,165	20	-
B14	14.9	337	337<191,119,163	15	4-O-coumaroylquinic acid
B15	15.3	349	349>169,125	18	-
		577	577>289,407,425,125	18	C dimer
B16	16	457,915	457>305,169,125 915>457,305,169,125	20 25	epigallocatechin-3-gallate (EGCG) EGCG dimer
B17	16.5	501	501>349,193,125	22	-
B18	16.5	581	581>239,299,371,209,4 31	20	-
		349	349>197,169,137,125	20	-
B19	16.64	289	289>245,227,203,151	18	epicatechin (EC)
B20	17	337	337>191,173,119,67	18	5-O-coumaroylquinic acid

續表三 (Table 3 Continued)

B21	17.2	441,883	441>273,147, 883>163	20 23	epicatechin gallate (ECG) ECG dimer
B20	17.45	367	367>259,287,201,125	18	-
		563	563>473,443,383	20	Apigenin 6-glucoside 8-arabinoside
B21	17.83	479,625	479>316,259,179	23	Myricetin-O-galactoside
B22	18.2	771	771>301	25	Quercetin-3-o-glycosyl-rhamnosyl-glu coside
B23	18.45	609	609>300,151	20	Quercetin-3-O-glucoside
B24	18.5	463	463>300,151	20	Quercetin-3-O-rutinoside
B25	18.8	755	755>285	22	kaempferol-3-O-galactosyl-rhamnosyl -glucoside
B26	19.1	447	447>284,157	20	kaempferol-3-O-glucoside
B27	19.2	593	-	22	kaempferol 3-O-rutinoside
B28	19.78	867	-	23	Theaflavin3,3'-digallate
B29	19.9	715	715>545,459,363,281,1 25,419	22	Theaflavin-3-O-gallate
B30	19.9	539	539>301,409,225,145	22	Quercetin-glycosides
B31	20.13	563	563>241,137,353,407	20	Theaflavin
		715	715>407,563,241,137	22	Theaflavin-3'-O-gallate
B32	21.23	531	531>285,145	20	Kaempferol-glycoside

註:- 為低質量二次圖譜或未知物

表四、綠茶前 10 強豐度離子成分

Table 4 The top 10 abundance ion signals and its corresponding compound in green tea

[M-H] ⁻	Intensity	Compound
m/z 305	217,417±2,177.4	EGC
m/z 289	159,604±1,257.4	EC
m/z 191	147,791±642.5	Quinic acid
m/z 305	142,056±1,546.6	GC
m/z 915	141,130±1,042.4	EGCG dimer
m/z 457	118,557±1,967.8	GCG
m/z 611	111,463±431.6	EGC dimer
m/z 883	71,950±881.8	ECG dimer
m/z 441	58,293±1,710.2	ECG
m/z 289	55,478±426.2	C

*Intensity is shown as mean ± SD of triplicate measurement.

表五、包種茶前 10 強豐度離子成分

Table 5 The top 10 abundance ion signals and its corresponding compound in paochung tea

[M-H] ⁻	Intensity	Compound
m/z 305	204,897±1,232.7	EGC
m/z 289	145,707±2,112.3	EC
m/z 915	130,213±3,893.5	EGCG dimer
m/z 191	130,147±1,687.1	Quinic acid
m/z 305	119,644±719.8	GC
m/z 457	103,630±1,618.9	GCG
m/z 611	98,984±1,973.6	EGC dimer
m/z 883	60,353±768.0	ECG dimer
m/z 441	55,449±978.2	ECG
m/z 457	53,473±1,592.6	GCG

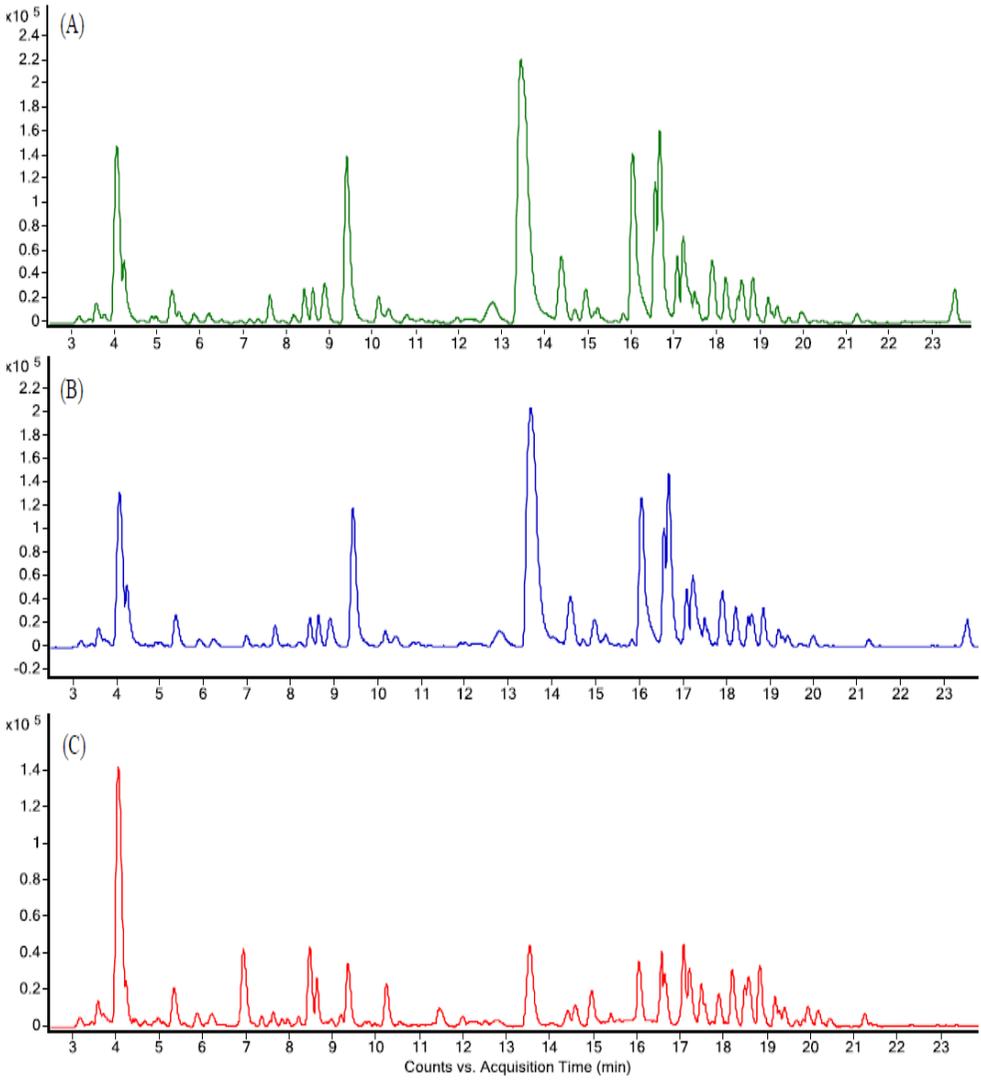
*Intensity is shown as mean ± SD of triplicate measurement.

表六、紅茶前 10 強豐度離子成分及其茶黃質離子豐度

Table 6 The top 10 abundance ion signals, its corresponding compound and theaflavins' abundance ion signals in black tea

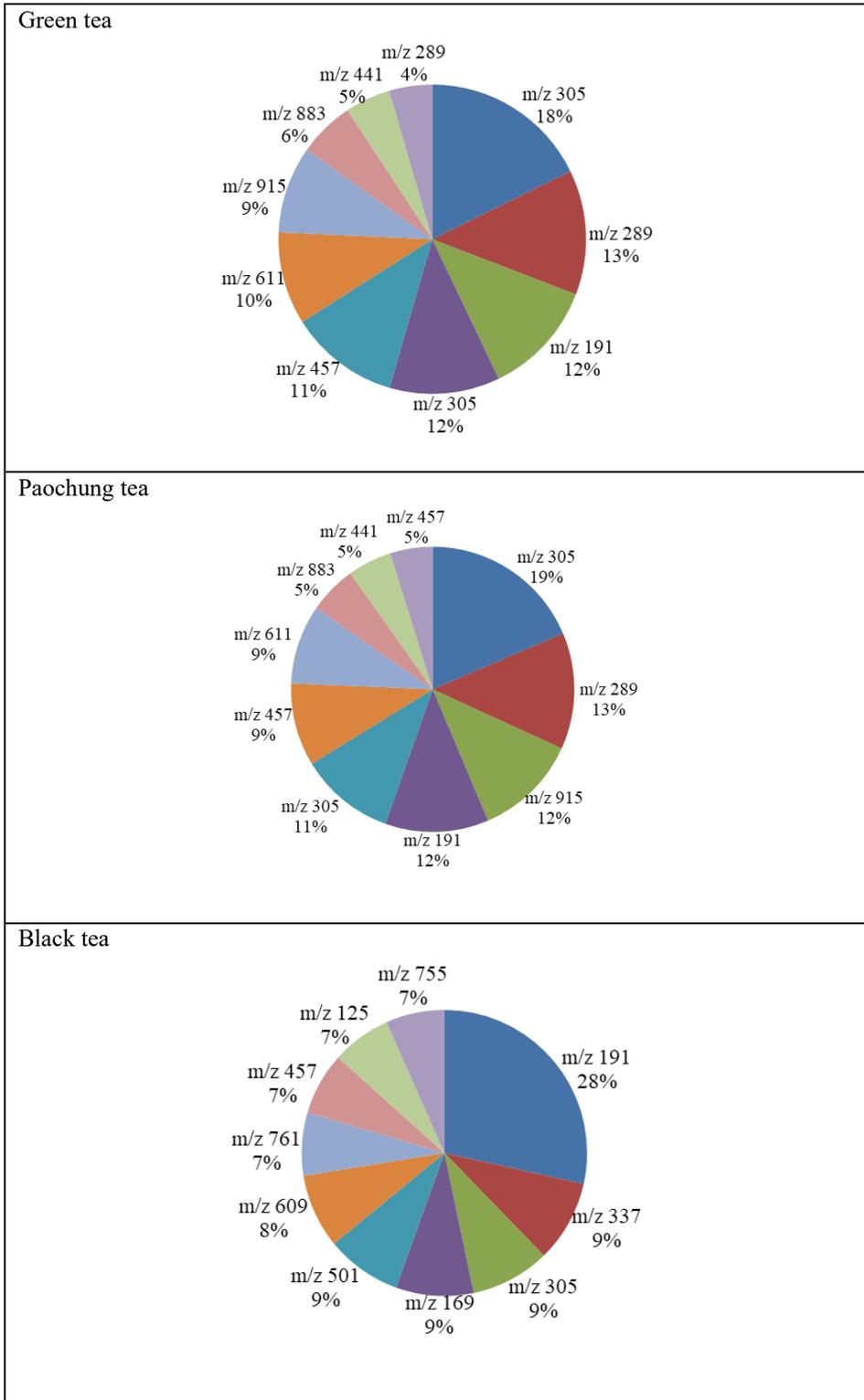
[M-H] ⁻	Intensity	Compound
m/z 191	141,168±1,106.3	Quinic acid
m/z 337	45,784±517.7	p-O-Coumaroylquinic acid
m/z 305	44,468±913.9	EGC
m/z 169	43,620±684.1	Gallic acid
m/z 501	42,408±1,338.9	Unknown
m/z 609	41,558±1,074.9	TSC
m/z 761	35,160±355.7	TSB
m/z 457	35,114±1,456.9	EGCG
m/z 125	33,270±370.5	pyrogallol
m/z 755	32,976±749.9	keampferol-G-conjugated
m/z 715	11,350±613.1	Theaflavin-3-O-gallate
m/z 563	9,689±423.6	Theaflavin
m/z 715	4,562±362.6	Theaflavin-3'-O-gallate
m/z 867	4,499±250.9	Theaflavin-3,3'-digallate

*Intensity is shown as mean ± SD of triplicate measurement.



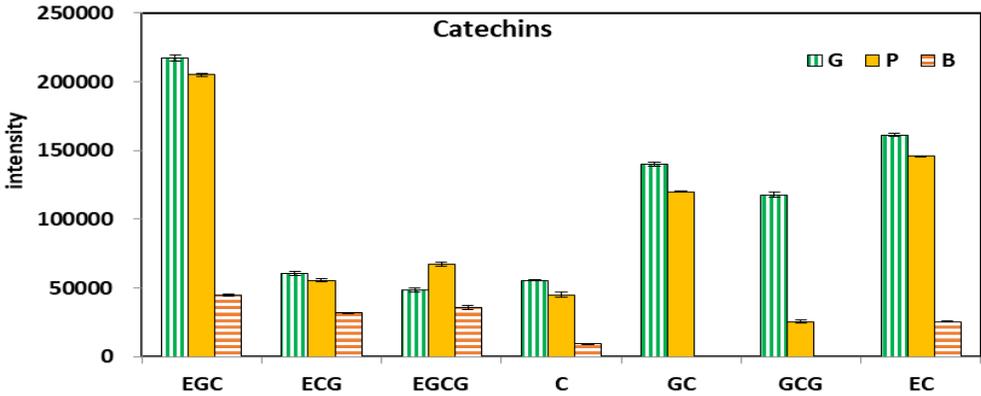
圖一、茶葉水萃物離子層析基本波峰質譜 (BPC) 圖 (A) 綠茶 (B) 包種茶 (C) 紅茶

Fig. 1. Base peak chromatogram of tea water extracts. (A) Green tea (B) Paochung tea (C) Black tea



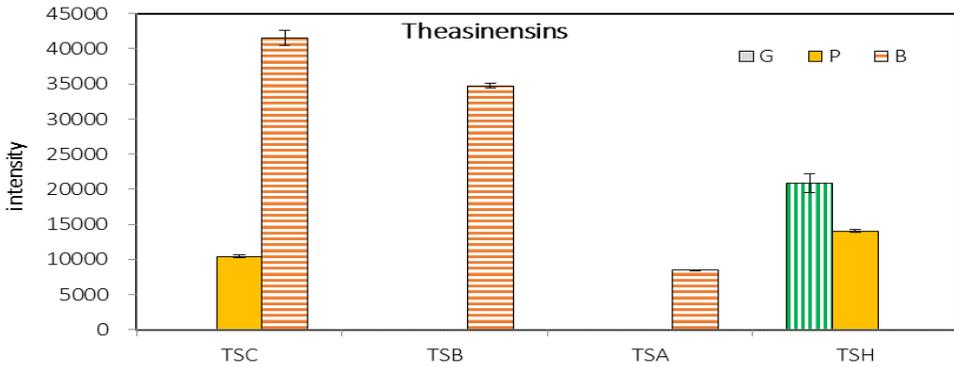
圖二、三種不同發酵程度茶葉主要離子訊號組成比例圖

Fig. 2. Composition ratio of main ion signals of the three different fermentation-degree teas



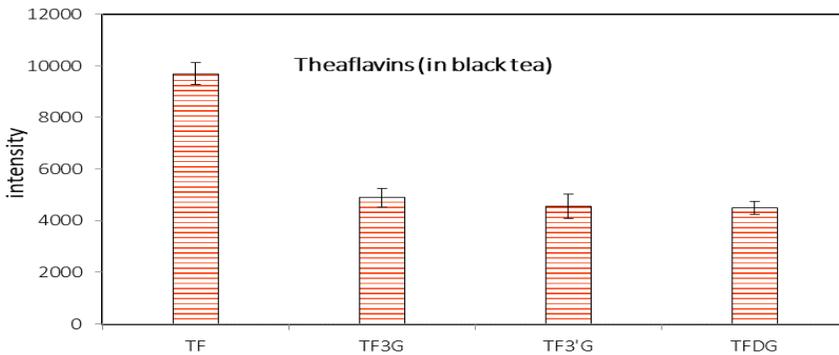
圖三、不同發酵程度臺茶十七號茶葉之兒茶素離子訊號強度比較

Fig. 3. Comparison of catechin intensity of TTES No.17 tea with different fermentation degree



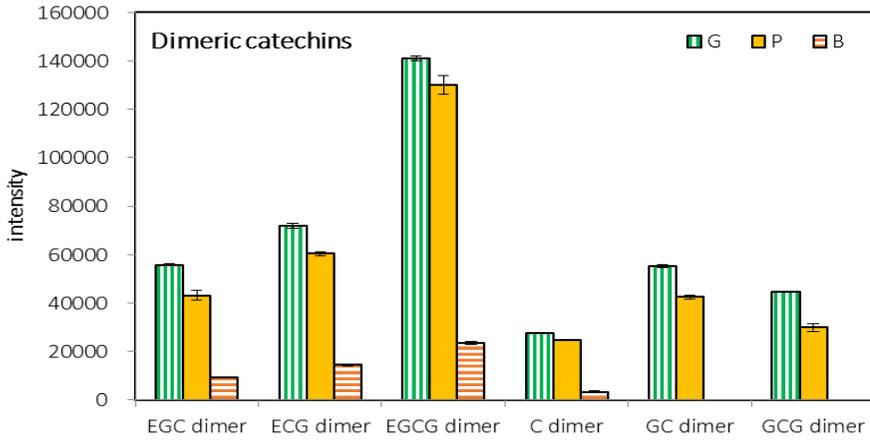
圖四、不同發酵程度臺茶十七號茶葉之烏龍茶質離子訊號強度比較

Fig. 4. Comparison of Theasinensin intensity of TTES No.17 tea with different fermentation degree



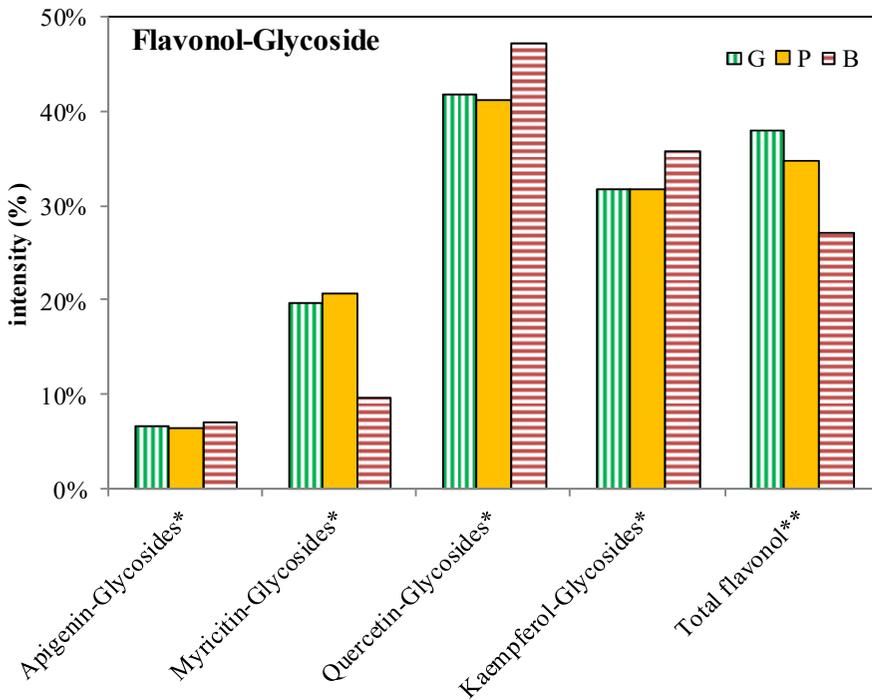
圖五、臺茶十七號紅茶之茶黃質離子訊號強度

Fig. 5. Intensity of theaflavins in TTES No.17 black tea



圖六、不同發酵程度臺茶十七號茶葉中兒茶素兒茶素二聚體離子訊號強度比較

Fig. 6. Comparison of catechin dimer intensity of TTES No.17 tea with different fermentation degree

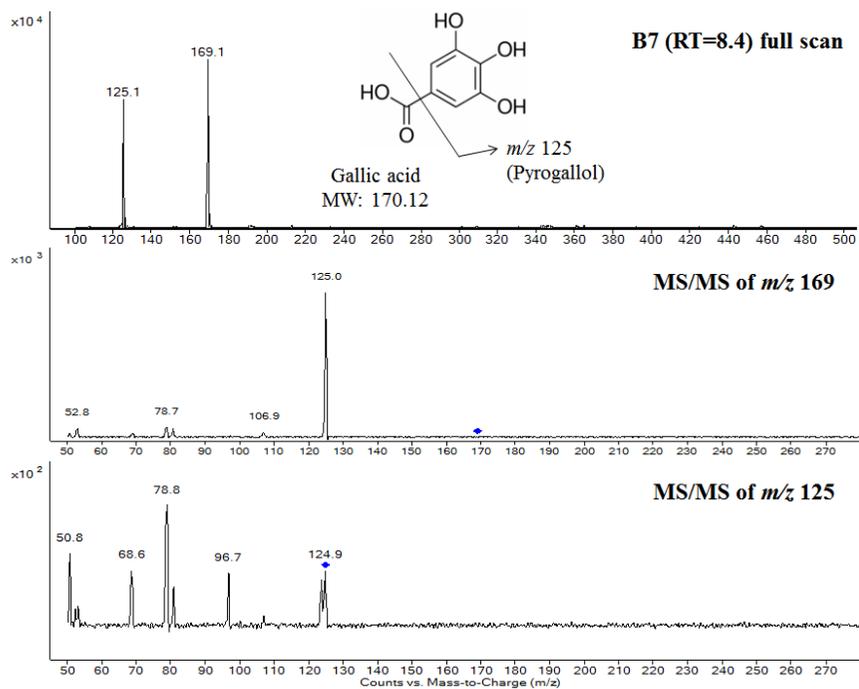


圖七、不同發酵程度臺茶 17 號茶葉中黃酮醇糖苷相對相對離子強度比較

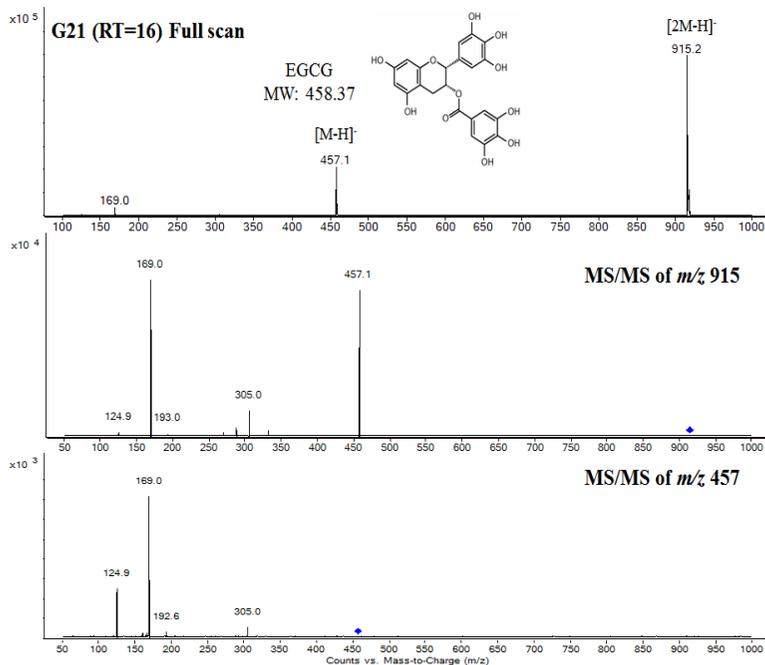
Fig. 7. Comparison of Flavonol-Glycosides intensity of TTES No.17 tea with different fermentation degree

*(Each Flavonol-glycosides) / (Total Flavonol-glycosides)

**Total flavonol = (Total Flavonol-glycosides of each tea) / (Sum of total Flavonol-glycosides of 3 teas)

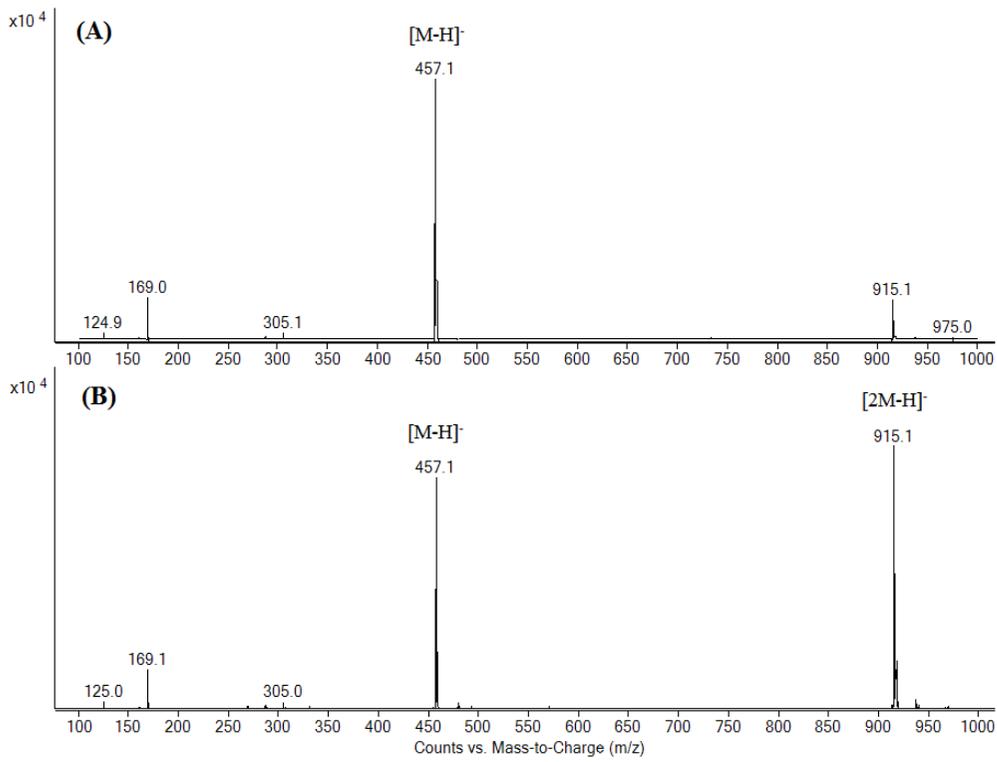


圖八、Gallic acid (GA) 與 Pyrogallol (PG) 之 LC-MS/MS 負電模式特徵質譜圖

Fig. 8. LC-MS/MS analysis of GA at m/z 169 and Pyrogallol at m/z 125 in negative mode

圖九、茶葉水萃物中二聚體及單體 EGCG 之 LC-MS/MS 負電模式特徵質譜圖

Fig. 9. LC-MS/MS analysis of tea extract EGCG dimer and monomer at m/z 915 and 457 in negative mode



圖十、EGCG 標準品負電模式特徵質譜圖 (A) 新鮮配製 (B) 低溫保存一年
Fig. 10. Mass spectra of EGCG standard (m/z 457) in negative mode
(A) freshly prepared (B) stored at low temperature for one year.

茶葉塑膠再生複合材之開發研究

邱明賜¹ 楊德新² 林振榮³

摘要

過去天然纖維因具有易取得、低成本、可再生與環境友善性等優點，常作為塑膠複合材之補強材料，唯多以木粉纖維粉、稻殼纖維粉、麥稈與玉米稈纖維粉之天然產物等為主。本研究利用不同廢棄之茶粉與回收之高密度聚乙烯樹脂 (recycled High-density Polyethylene, rHDPE) 比例 (TP37: 30/70, TP46: 40/60, TP55: 50/50 與 TP64: 60/40)，進行茶塑膠之混煉，並以押出成型法進行茶葉塑膠複合材之開發與其基本性質評估。結果指出，隨茶粉 / rHDPE 比例之增加，茶葉塑膠複合材之物理性質 (吸水率與吸水厚度膨脹率) 與機械強度 (抗彎強度與抗拉強度) 有下降之趨勢，但其材料之挺性則上升。經動態機械分析結果，茶葉塑膠複合材之長期抵抗變形能力亦隨茶粉 / rHDPE 比例之增加而增大，考量其強度特性，茶粉 / rHDPE 塑膠比例以 50/50 具有較佳之性能。

關鍵字：木材、塑膠、再生複合材、茶粉

前言

近年來木材塑膠複合材 (Wood plastic composite, WPC) 因其備較佳的耐久性、維護費用低及低成本的優點，被廣泛使用於戶外遊憩平台或景觀步道；過去 WPC 係藉由木質材料和熱硬化型樹脂所構成，利用樹脂 (如環氧樹脂、酚或尿素甲醛樹脂等) 以單體注入方式，進入木材與木質材料中，增進其尺寸安定性、機械性質與耐生物劣化性，然此類材料於廢棄時不易回收再利用。近年來泛木質纖維材料與熱可塑型樹脂之應用，成功的改善回收問題，同時藉由兩種材料特性之複合補強，使 WPC 具有 (1) 較低的吸水性，因塑膠除了本身不吸水外，又在木質粒片表面形成薄膜而可減少木質粒片吸水之膨脹性，致塑膠木料複合板具有良好之尺寸安定性 (Huang, 1997)；(2) 具有較高的破裂係數 (Modules of rupture, MOR)、抗彎彈性係數 (Modules of elasticity, MOE) (黃國雄和熊如珍, 2000)；(3) 使用年限較長，減少菌類攻擊等特性。木材塑膠複合材之用途，有快速的成長趨勢。相較於其他板類製品，WPC 成長量超過 20% (Morton, 2005)；以日本為例，確冰 (2005) 指出松下電工 (株) 所開發出的木塑板 (Wood plastic board, WPB)，因具有高強度，在薄板狀況時不易在表面發生割裂；施工黏著膠帶時無突起與低尺寸變化等特性，廣泛地利用在住宅中。此特性是合板及中密度纖維版 (MDF) 等木質系板材，無法以厚度 1.5 mm 達成。河上 (2005) 以應用於愛知萬博的球面屋頂 (約 14,000m²，周圍 2.6 km)，道路中央部分

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場助理研究員。臺灣 新北市。
 2. 國立中興大學森林學系 教授。臺灣 臺中市。
 3. 行政院農業委員會林業試驗所 研究員兼組長。臺灣 台北市。

(寬 6 m)，中部國際機場甲板 (約 7,000 m²) 之新產品「M-wood 2」為例，利用與可再生製造之木塑材構建，具有與天然木材相同質感，耐久性、耐白蟻性及無使用甲醛系膠合劑，產品無甲醛釋出性、有害物質溶出量等安全性。

WPC 中所使用之纖維，包括稻殼、稻稈、各式農業廢棄物等天然纖維 (Yao et al., 2008)，另外也有研究是將回收的玻璃纖維部分填入複合材料 (Valente et al., 2011)，纖維可以利用的範圍很廣，使用此類纖維之益處在於具備低廉的成本、多半是回收再利用的材料、密度低，並且通常能提供 WPC 更好的強度，在 WPC 中使用了纖維能改善材料的挺性 (Stiffness) 和其他機械性能 (陳合進等，2003；黃國雄等，1994)，而 Herrmann 等人 (1998) 的研究報告中顯示以天然纖維強化的複合材料強度能與添加玻璃纖維的材料相比，在許多地方的應用更加合適，材料的製備也注入了更多的綠色環保概念。

我國木材年均消費量約 600 萬 m³，目前正發展 WPC 之開發，唯多數業者進口方式輸入 WPC，部分則是利用工廠回收鋸木屑進行 WPC 之製造，此類鋸木屑多為松木，且 WPC 的各項性能會受到樹種 (Ashori and Nourbakhsh, 2010；Bouafif et al., 2009)、製程 (Kuo et al., 2009)、材料組成 (Stark and Matuana, 2007; Leu et al., 2012) 等許多因素影響。本研究團隊亦曾以回收國內廣用於裝修之雲杉-松-冷杉 (Spruce-Pine-Fir, SPF) 木粉與回收之聚丙烯 (Polypropylene)、聚乙烯 (High Degree Polyethylene) 進行 WPC 之研製，並提出最適化條件開發 WPC 之用途。目前生產飲料茶所衍生大量茶葉副產物 (茶渣) 及茶葉精製所產生之茶葉粉塵，每年至少有三萬噸以上，多半作為堆肥原料或以廢棄物處理，其使用價值較低。由於茶葉副產物 (茶渣) 或茶粉也是一種天然纖維材料，如同木粉可作為 WPC 纖維補強材料，因此，研究應用茶渣取代松類木材的原料製造茶葉塑膠再生複合材，開發新產品做為推廣之依據。

材料與方法

一、試驗材料

(一) 製材殘料與回收塑膠

以市售飲料公司紅茶茶葉副產物 (茶渣) 為原料及回收塑膠 rHDPE：為熱可塑結晶性高分子，具有玻璃轉移溫度 (glass transition temperature, T_g) 約 -60℃，與熔點 (melting temperature, T_m) 約 120℃，密度約 0.941 g/cm³，吸水率 < 1%，押出成形溫度 148-232℃，成形壓力為 500-800 psi，成型收縮率在 2%-5% 間，具有比較少的支鍊，較好的內聚力和引張強度，分子式 (C₂H₄)_n。

(二) 圖一 (b) 將回收之茶葉副產物 (茶渣) 進行乾燥與研磨破碎後，並經篩選分級後取得粒徑為留存於 0.15mm (100 mesh) 之茶粉，茶粉粒徑目前尚未有國家標準，參照木塑材使用木粉之標準。圖二機械混煉造粒粒徑為 5-5.5mm。

(三) 添加劑

1. 潤滑劑：硬脂酸鋅 (Zinc stearate)。
2. 耦合劑 (Coupling agent)：MAPE (Maleated polyethylene)。

二、試驗方法

(一) 粒片分級：將回收之茶葉副產物 (茶渣)，進行乾燥與研磨破碎後，以篩選機進行茶粉分級，並與回收塑膠粒，置於 70℃ 的烘箱中乾燥 24 hr，隨後冷卻至室溫後備用。

(二) 混煉與造粒：分別取 30/70、40/60、50/50、60/40 (TP37、TP46、TP55、TP66) 之茶粉 / rHDPE

塑膠比，倒入混煉機當中進行攪拌混煉造粒，機械攪拌 3 min，攪拌速度 5-20 rpm，混煉機溫度依塑膠性質而作適當調整，混煉後，隨即進行冷卻處理與破碎造粒。

(三) 擠壓成型：將造好之顆粒，放入單螺桿擠壓異形押出機內，螺桿的直徑大小為 65mm，L/D = 32，溫度為 170°C-200°C 間，用以混煉與加熱塑料，之後將熔融材料擠壓進平板狀模頭當中，再以 0.7-0.8m/min 的牽引速度拉過水冷機，最後冷卻成型。

(四) 基本性質試驗：將成型後之茶粉塑膠複合材，依中華民國國家標準進行密度、含水率、吸水率、吸水厚度膨脹率、抗彎強度、抗拉強度等試驗。

結果與討論

一、茶葉破碎與分級

圖一 (a) 為經天然乾燥後之廢茶葉，成團塊狀，經研磨破碎並經篩選分級後取得粒徑為留存於 0.15mm (100 mesh) 之茶粉，如圖一 (b)，以便進行後續試驗，本研究成型方式係以押出成型之木材狀複合材，據 Bouafif et al. (2009) 研究顯示，塑膠對大粒徑的木粉包覆性不佳，且大粒徑木粉的纖維彼此可能產生糾纏，塑膠無法完全包覆，因此，其對水分之抗吸水吸濕能力會變差，另由木粉與塑膠接合程度角度視之，木塑之間較低的聯結，在受力時無法獲得較佳之應力轉移，亦會使試材強度下降；此與熱壓成型者所要求之纖維尺寸不同。

二、不同茶粉 / rHDPE 比例之混煉造粒與成型表面性質

圖二為茶粉 / rHDPE 與木粉 / rHDPE 之混煉顆粒，其外觀因茶葉副產物 (茶渣) 色澤較深，以致混煉茶塑顆粒外觀顏色較一般木塑顆粒為深，另由押出成型之茶葉塑膠複合材 (圖三) 外觀與色澤，四組茶葉塑膠複合材之表面色澤均較一般木材塑膠複合材為深。另在表面接觸角方面，四組茶葉塑膠複合材之表面接觸角為 96.0~102.0 度，顯示茶葉塑膠複合材表面具有良好疏水性。

三、茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之物理與機械性質分析

表一為茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之基本性質，利用不同茶粉與 rHDPE 比例混煉成型結果顯示，隨茶粉比例增加，茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之密度有增加趨勢 (1.071 kg/m³~1.175 kg/m³)，此係茶粉之真密度較 rHDPE 為高，在高壓下茶粉纖維之內部孔隙、細胞間隙、細胞腔等受到高壓壓潰而緻密化，且茶粉比例愈高，緻密化程度亦愈高所致，以 rHDPE 密度為 0.941 kg/cm³ 為基礎，隨茶粉比例增加，各組茶粉 / rHDPE 塑膠複合材密度分別增加 13.9%~24.8%。

在含水率方面，隨茶粉比例增加，茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之平衡含水率 (Moisture content, MC) 會有隨之增加之趨勢 (MC: 0.66%~1.56%)，雖塑膠為疏水性物質，由前述試驗結果亦可發現茶葉塑膠複合材表面具有良好之疏水性，然茶粉纖維本身為親水性材料，茶粉本身具有羥基，易與水分產生氫鍵結合，增加試材之含水率；因此，在茶粉 / rHDPE 塑膠複合材中，當茶粉比例增加時，其試材之平衡含水率亦隨之增加。

另外在 24 h 之吸水率與吸水厚度膨脹率方面，由表一顯示，隨茶粉含量增加，其吸水率 (Water absorption, WA) 與吸水厚度膨脹率 (Thickness swelling, TS) 均有上升之趨勢，特別是在 TP64 組，其吸水率與吸水厚度膨脹率均與其他組別具顯著差異 (WA: 1.97%、TS: 1.34%)，由於茶粉含量達 60%，因此，推估當茶粉含量較高，混煉時其與塑膠之包覆性降低所致。

另在機械性質方面，表二指出茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之抗彎強度強度有隨茶粉含量之增加而稍微降低之趨勢，破裂係數 (Modules of rupture, MOR) 由 23.99 MPa (TP37) 減低至 20.05 MPa (TP64)，此係茶粉與塑膠之間之接合界面，隨木粉含量增加，兩異質材料間界面間之膠合缺陷隨

之增加，以致受力時，應力無法有效於塑膠基質與茶粉間傳遞，造成應力集中現象所致 (Adhikary et al., 2008)，當應力無法有效傳遞，塑膠基質無法抓住纖維抵抗應變時，則纖維會因受力而被拔起，發生破壞 (Huda et al., 2006)。相反的，與塑膠相較之下，茶葉纖維如同木材纖維具有較佳之韌性，因此，隨茶粉比例增加，茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之抗彎彈性模數 (Tensile modulus, MOEt) 亦有顯著增大之趨勢，分別由 1.18 GPa (TP37) 增加至 1.55 GPa (TP64)。相較於茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之抗彎性質，其抗拉強度之變化較不顯著，但同樣地，抗拉彈性模數 (Modulus of elasticity, MOEb) 亦隨茶粉比例之增加由 1.35 GPa (TP37) 增加至 1.83 GPa (TP64)。

四、茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之動態機械性質分析

茶粉 / rHDPE 塑膠複合材在機械性質上呈現高破裂係數 MOR 及低抗彎彈性係數 MOE 的特性。高 MOR 在短期強度試驗有較佳結果，然而此優點無法反映在長期荷載抵抗能力上，材料的長期荷載抵抗能力主要是由材料挺性 (stiffness) 所決定。由低 MOE 值可觀察出該材料在長期變形抵抗能力具改善空間，同時於未來應用時須審慎考慮其工法與設計。此外，以 10% 應力水準 (stress level) 以定溫 40°C 下進行潛變試驗 30 分鐘，結果如圖四所示，茶粉含量較低者 (TP37)，其潛變變形相對較大之趨勢 (圖四)。對照其 MOE 值，亦可發現 TP37 明顯低於其他三組，也造成其受力瞬時變形 (instantaneous deformation) 明顯高於其他三組。然而，若將試驗溫度提高至 60°C，則各組間差異變小之趨勢 (圖五)。依表一、二及圖四、五結果顯示 TP37 及 TP64 各有物理性之優缺點。因成本考量及可大量使用茶葉副產物 (茶渣)，建議以 TP55 茶粉 / rHDPE 塑膠複合材為最適比例。

結 論

本研究「茶葉塑膠再生複合材之開發及耐久性研究」以市售飲料公司所產之茶葉副產物 (茶渣) 進行研磨、分級與回收之 rHDPE 塑膠，研製茶粉 / rHDPE 塑膠複合材進行其基本性質試驗，其所得結論：

1. 以回收茶葉為原料所研製之茶粉 / rHDPE 塑膠複合材，其表面色澤較一般木粉塑膠複合材為深，可能有利於未來耐候試驗表面色澤變化度之探討。
2. 茶粉 / rHDPE 塑膠複合材之物理性質 (含水率與吸水厚度膨脹率) 與機械性質 (抗彎強度與抗拉強度)，均隨茶粉比例之增加而降低，抗彎彈性模數則隨茶粉比例增加而增大。
3. 茶粉 / rHDPE 塑膠複合材經動態機械分析試驗結果顯示，其在長期變形抵抗能力較差，隨茶粉含量增加而改善，未來應用時需考量其設計工法。
4. 目前飲料廠已付費方式委外清運茶葉副產物 (茶渣)，因含水份過高，需經由機械設備，將水分壓除水分增加成本。乾燥及磨粉成本與木粉相當，經本研究對其產品基本性質試驗結果及產品成本考量，使用 50/50 茶粉 / rHDPE 塑膠複合材為最適比例。

誌 謝

本研究承蒙士傑企業股份有限公司協助混煉、造粒及擠壓成型，特此誌謝。

參考文獻

1. 黃國雄、李銘鐘、彭武財. 1994. 塑膠-木材複合粒片板之性質。林業試驗所研究報告季刊 9(4): 407-412。
2. 黃國雄、熊如珍. 2000. 廢棄木質粒片製造塑膠木材複合板之耐久性。台灣林業科學 15(2): 201-208。
3. 陳合進、陳載永、徐俊雄、黃偉銘. 2003. 模壓式製造木材-HDPE 塑膠複合材戶外利用之接受性調查 (I): 新安裝之設施的接受性。國立中興大學農林學報 52(4): 11-20。
4. 確冰宏明. 2005. 木質プラスチック複合體の開發と内装建材への應用 木材工業 60(8): 383。
5. 河上榮忠. 2005. 「木材、プラスチック再生複合材」に關する JIS 原按作成の背景と現状並びに付社取組と 木材工業 60(8): 382-383。
6. Adhikary, K. B., Pang, S., and Staiger, M. P. 2008. Dimensional stability and mechanical behavior of wood-plastic composites based on recycled and virgin high-density polyethylene (HDPE). *Composites: Part B* 39: 807-815.
7. Ashori, A., and Nourbakhsh, A. 2010. Reinforced polypropylene composites: Effects of chemical compositions and particle size. *Bioresour. Technol.* 101: 2515-2519.
8. Bouafif, H., A. Koubaa, P. P. and Cloutie, A. 2009. Effects of fiber characteristics on the physical and mechanical properties of wood plastic composites. *Composites: Part A* 40: 1975-1981.
9. Herrmann, A. S., Nickel, J., and Riedel, U. 1998. Construction materials based upon biologically renewable resources – from components to finished parts. *Polym. Degrad. Stab.* 59: 251-261.
10. Hwang, G. S. 1997. Manufacturing of plastic/wood composite boards with waste polyethylene and wood particles. *Taiwan J For Sci.* 12(4): 443-450.
11. Huda, M. S., L. T. Drzal, A. K. Mohanty and M. Misra. 2006. Chopped glass and recycled newspaper as reinforcement fibers in injection molded poly (lactic acid)(PLA) composites: A comparative study, *Compos. Sci. Technol.* 66(11-12): 1813-1824.
12. Kuo, P. Y., Wang, S. Y., Chen, J. H., Hsueh, H. C., and Ysai, M. J.. 2009. Effects of material compositions on the mechanical properties of wood-plastic composites manufactured by injection molding. *Mater. Des.* 30: 3489-3496.
13. Leu, S. Y., Yang, T. H., Lo, S. F., and Yang, T.H. 2012. Optimized material composition to improve the physical and mechanical properties of extruded wood-plastic composites (WPCs). *Construction and Building Materials* 29: 120-127.
14. Morton, J. 2005. WPCs-Putting innovation of faster track. In: *Proceedings, 8th International Conference on Woodfiber-Plastic Composites*, Madison, Wisconsin, USA. Forest Product Society.
15. Stark, N. M., and Matuana, L. M. 2007. Characterization of weathered wood-plastic composite surfaces using FTIR spectroscopy, contact angle, and XPS. *Polym. Degrad. Stab.* 92(10): 1883-1890.
16. Valente, M., Sarasini, F., Marra, F., Tirillo, J., and Pulci, G. 2011. Hybrid recycled glass fiber/wood flour thermoplastic composites: Manufacturing and mechanical characterization. *Composites: Part A.* 42: 649-657.
17. Yao, F., Wu, Q., Lei, Y., and Xu, Y.. 2008. Rice straw fiber-reinforced high-density polyethylene composite: Effect of fiber type and loading. *Ind. Crop. Prod.* 28: 63-72.

Research and Development of Tea - Plastic Recycled Composite

Ming-Tzu Chiu¹ Te-HsinYang² Cheng-Jung Lin³

Summary

Natural fiber reinforced polymer composites gained a significant interest during the last decades, due to the advantages (ready availability, lower cost, recycled feasibility and environmental friendliness) in relation to use of the natural organic fiber rather than an inorganic mineral one. However, most of these researches have been performed on composites based on wood flours, rice-hull flours or wheat/crop straw flours, etc. In this study, tea flours (TF) / recycled high degree polyethylene (rHDPE) composites were prepared. The different ratio of tea flours / rHDPE (TP37: 30/70, TP46: 40/60, TP55: 50/50 and TP64: 60/40) were compounded and extruded through extrusion process. The physical and mechanical properties of the TF / rHDPE composites were investigated. Experimental results revealed that increasing TF content in composites improved the bending and tensile modulus (stiffness), but resulted in less favorable moisture content, thickness swelling, water absorption, bending and tensile strength. After dynamic mechanical analysis testing, the bending properties showed an increase of rigidity of the composites upon increasing the TF content. Concerning the properties and application, the mixture of 50 wt% TF and 50 wt% rHDPE provide a reasonable balance to the extruded composites.

Key words: Wood, Plastic, Recycled composite, Tea flour

1. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2. Professor, Department of Forestry, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.,

3. Senior Researcher, Forest Utilization Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.

表一、不同茶粉 / rHDPE 塑膠比例之複合材物理性質

Table 1 The physical properties of the TF / rHDPE composites were investigated

Specimen	T/P ¹ ratio	Density (kg/m ³)	MC ² (%)	WA ³ (%)	TS ⁴ (%)
TP37	30/70	1.0717 ^{a 5} (5.0)	0.66 ^a (0.52)	0.56 ^a (0.04)	0.15 ^a (0.00)
TP46	40/60	1.0860 ^b (4.1)	0.32 ^a (0.24)	0.69 ^b (0.05)	0.27 ^a (0.10)
TP55	50/50	1.1302 ^c (7.8)	1.26 ^b (0.50)	1.12 ^c (0.09)	0.44 ^a (0.21)
TP64	60/40	1.1745 ^d (6.9)	1.56 ^b (0.39)	1.97 ^d (0.05)	1.34 ^b (0.29)

¹ Tea flour / plastic ratio, ² Moisture content, ³ Water absorption, ⁴ Thickness swelling

⁵ a, b, and c show the significant difference with raw at the 0.05 level by the tukey's testing

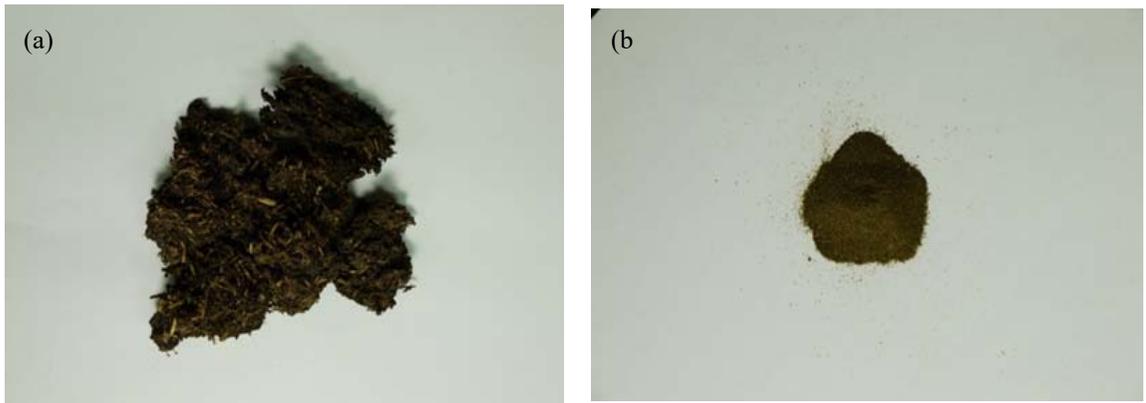
表二、不同茶粉/rHDPE 塑膠比例之複合材機械性質

Table 2 The mechanical properties of the TF/rHDPE composites were investigated.

Specimen	T/P ratio	Tensile strength (MPa)	MOEt ¹ (Gpa)	MOR ² (Mpa)	MOEb ³ (Gpa)
TP37	30/70	10.01 ^{ab 4} (0.93)	1.35 ^a (0.11)	23.99 ^b (3.30)	1.18 ^a (0.10)
TP46	40/60	10.55 ^b (0.56)	1.50 ^b (0.07)	23.72 ^{ab} (3.51)	1.35 ^b (0.06)
TP55	50/50	10.58 ^b (0.99)	1.57 ^b (0.13)	22.77 ^{ab} (2.24)	1.46 ^{bc} (0.09)
TP64	60/40	9.39 ^a (0.76)	1.83 ^c (0.09)	20.05 ^a (3.08)	1.55 ^c (0.07)

¹ Tensile modulus, ² Modulus of rupture, ³ Modulus of elasticity

⁴ a, b, and c show the significant difference with raw at the 0.05 level by the tukey's testing



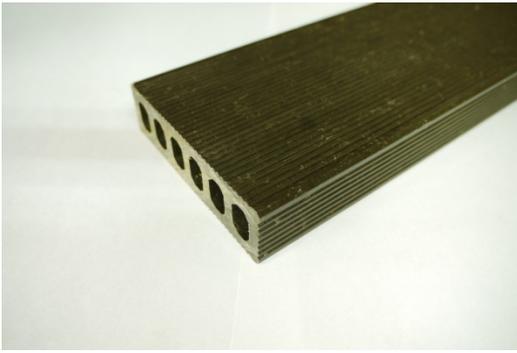
圖一、(a) 天然乾燥之廢茶葉團聚狀態 (b) 經破碎分級之茶粉

Fig. 1. (a) Agglomerated state of natural dried wasted infused tea leaves, (b) Broken and graded tea flours

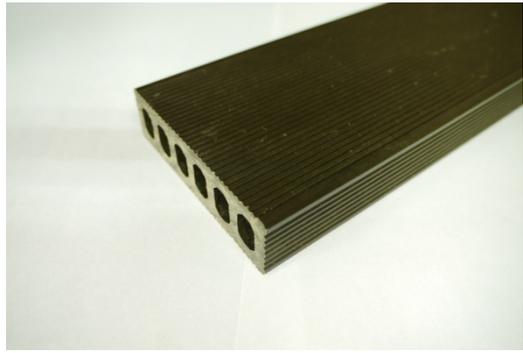


圖二、(a) 紅茶粉 / rHDPE 塑粒 (b) SPF 木粉 / rHDPE 塑粒

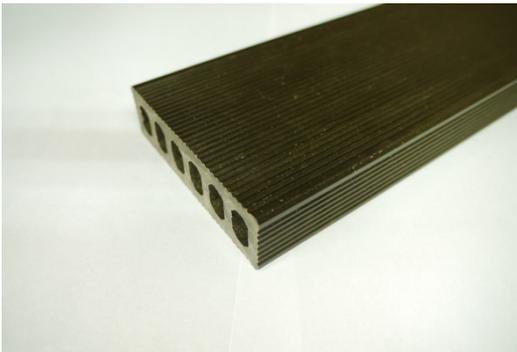
Fig. 2. (a) Black tea flours / rHDPE pellets, (b) SPF wood flours / rHDPE pellets



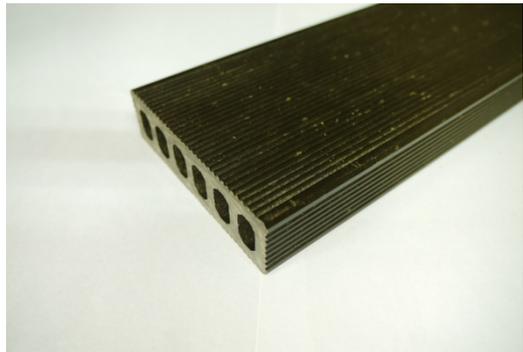
(a) TP37



(b) TP46



(c) TP55

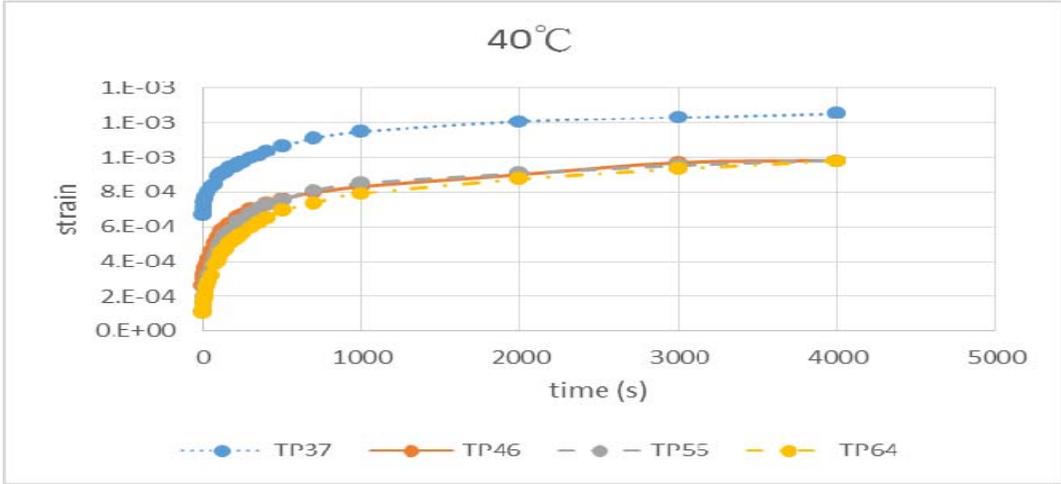


(d) TP64

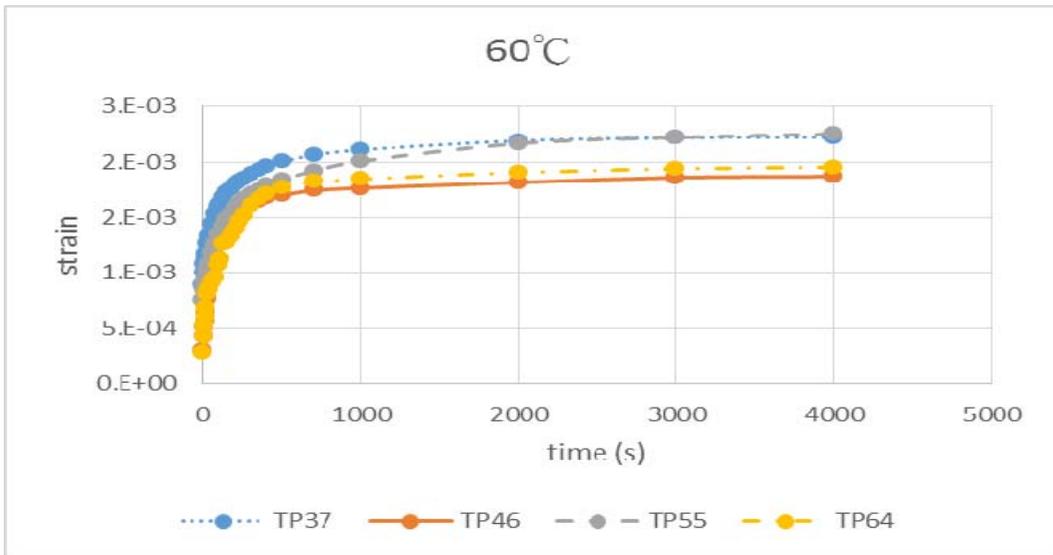


(e) WP55

圖三、紅茶粉/rHDPE 塑膠複合材 (a-d) 與 SPF 木粉/rHDPE 塑膠複合材 (e) 試體外觀
Fig. 3. Black tea flours / rHDPE composites (a-d), and SPF wood flours / rHDPE composites (e)



圖四、40°C 下潛變試驗 30 分鐘
Fig. 4. Creep test for 30 min at 40 °C



圖五、60°C 下潛變試驗 30 分鐘
Fig. 5. Creep test for 30 min at 60 °C

複合熱源烘箱熱效率之研究

黃惟揚¹ 劉天麟^{1,*} 巫嘉昌² 林金池¹

摘 要

本研究旨在開發複合熱源烘箱，以瓦斯燃燒熱為主熱源，電熱為控制溫度之熱源，改善電烘箱操作時耗電的問題。測試電烘箱及複合熱源烘箱之耗電量與瓦斯消耗量，設定溫度 90°C 操作 3 小時，並記錄烘箱內部 24 個位置之溫度，3 重複試驗。結果顯示，電烘箱消耗電量為 6.67 度，上升時間 (Rise time) $T_r = 18$ 分鐘，穩定時間 (Settling time) $T_s = 30$ 分鐘，複合熱源烘箱消耗電量為 3.729 度，瓦斯消耗量為 0.533 公斤，上升時間 (Rise time) $T_r = 13$ 分鐘，穩定時間 (Settling time) $T_s = 18$ 分鐘，可以看出複合熱源烘箱升溫與溫度穩定時的控溫性能較好。由耗電量分析，複合熱源烘箱可減少 44% 的電量。由成本效益評估，複合熱源烘箱可減少 0.6 元的能源 (操作 3 小時之電費與瓦斯費) 費用。臺灣用電逐年增加，但近年政府無增設發電廠，未來將面臨限電危機，複合熱源烘箱的使用可減少用電量，改善部分用電危機。

關鍵字：複合熱源、烘箱、熱效率

前 言

將原料除去水分之行為稱為乾燥。乾燥能抑制酵素及微生物的作用，延長食品的保存期限，同時減少重量，便於運輸，也能改善食品的風味。茶葉乾燥除了可去除水分、菁味及雜味，並藉由溫度改善茶湯滋味與顏色，是茶葉精製重要的過程。

現今用於茶葉乾燥的機器有甲種乾燥機與烘箱，甲種乾燥機的主要熱源為柴油或瓦斯，其耗電量為 2,000 – 3,000 瓦，其電能主要是用來驅動鼓風機與履帶運送。40 斤的電烘箱瓦數為 4,000 – 5,000 瓦，80 斤的電烘箱瓦數為 8,000 – 9,000 瓦，其耗電量遠高於甲種乾燥機，原因為烘箱的主要電能轉成熱能。利用熱能的經濟效益計算 (表一)，1 元的電費只能產生 587 千焦耳的熱能，1 元的汽油費能產生 1,529 千焦耳的熱能，1 元的瓦斯費能產生 1,560 千焦耳的熱能，而 1 元的柴油費則能產生 1,865 千焦耳的熱能，1 元的天然氣費能產生 3,163 千焦耳的熱能，故利用天然氣或是柴油做熱源其經濟效益遠比電能佳 (附件 1)。

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、副研究員兼茶機課長、研究員兼產服課長。
台灣 桃園市。

2. 國軍退除役官兵輔導委員會福壽山農場 場長。臺灣 台中市。

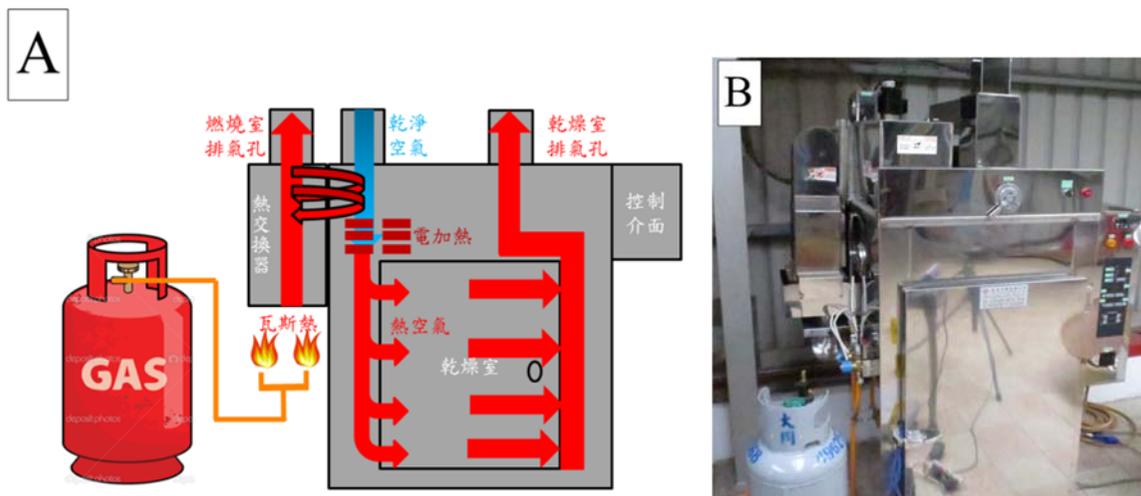
*通訊作者。

表一、各種能源經濟效益

Table 1 The benefit of all kind of energies

能源種類	電	92 汽油	瓦斯	柴油	天然氣
熱能之經濟效益 (千焦/元)	587	1,529	1,560	1,865	3,163

由表一可以看到，雖然瓦斯的經濟效益比電高，但過去從未開發純瓦斯烘箱，主要原因為瓦斯溫度控制相對不易，另外瓦斯桶會隨使用的時間而壓力降低導致流量減小，造成瓦斯燃燒的熱減少。電熱烘箱溫度控制簡單且穩定，但以能量的角度評估，經濟效益較低。為解決純瓦斯烘箱溫控不易的問題，開發「瓦斯」與「電」複合熱源烘箱，主要熱源由瓦斯燃燒提供，電熱控制烘箱內部溫度，示意圖與實機圖如圖一。



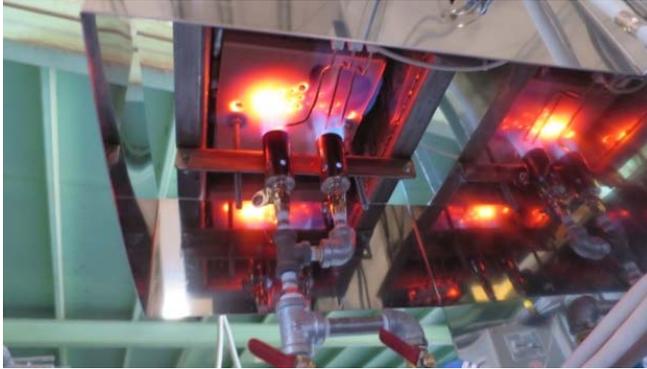
圖一、複合熱源烘箱設計 (A：示意圖，B：實際運作情形)

Fig. 1. Hybrid dryer (A: diagram; B: practical operating situation)

材料與方法

一、設計複合熱源烘箱：

本研究改裝 40 斤的電烘箱 (圖一B)，外部尺寸長 83 (cm) × 寬 74 (cm) × 高 163 (cm)，內部 (乾燥室) 尺寸長 58 (cm) × 寬 59 (cm) × 高 98 (cm)，層盤尺寸長 50 (cm) × 寬 55 (cm) × 高 3.5 (cm)。操作電源為單相 220V，風車馬力為 1/4 HP，烘箱最高瓦數為 4,200 瓦。瓦斯燃燒室如圖二，為避免乾燥物被瓦斯燃燒廢氣汙染，瓦斯燃燒熱以熱交換器間接方式進入乾燥室。加設瓦斯流量控制器 (圖三) 來微調燃燒室溫度。右閥為主火，主要瓦斯熱源由右閥供應；左閥為調火，溫度過低開啟調火，溫度過高關閉調火，以控制燃燒室的溫度。在操作複合熱源烘箱的過程中，若臨時斷電或燃燒室的火焰意外消失，瓦斯控制器會強制停止供應瓦斯，不讓瓦斯外洩避免危險。



圖二、瓦斯燃燒室

Fig. 2. The firebox of gas energy



圖三、瓦斯熱控制器

Fig. 3. The flow rate controller of gas

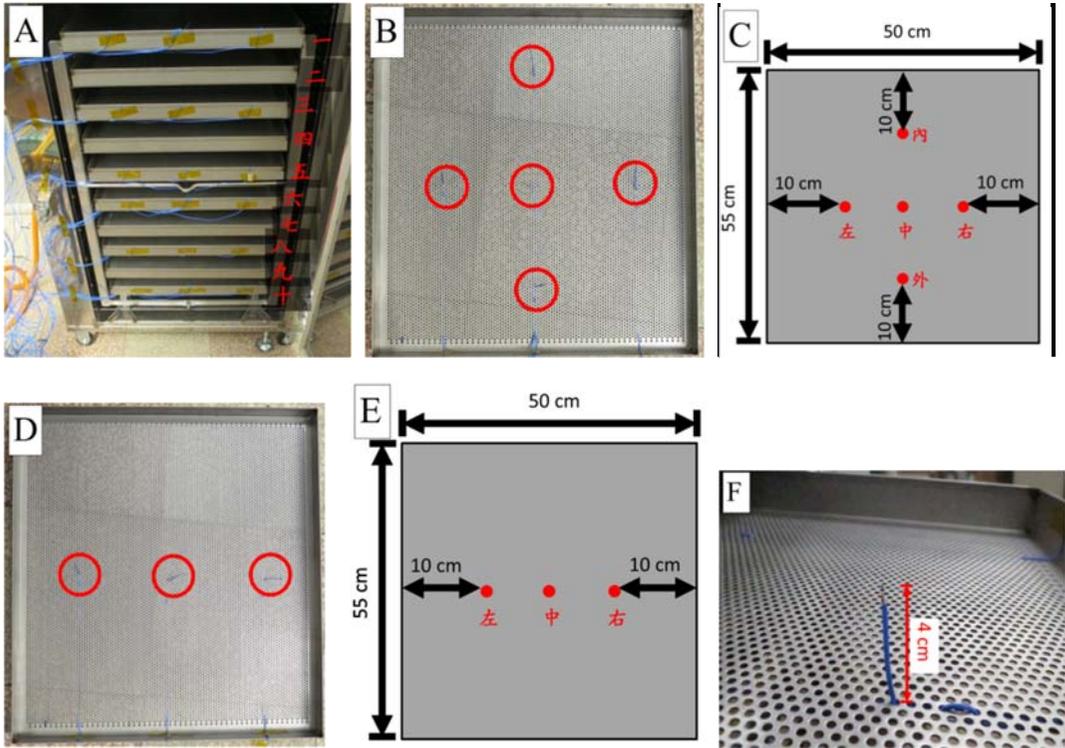
二、烘箱內部溫度、電量與瓦斯消耗量之量測記錄：

在乾燥室內布置 24 個量測溫度點，量測位置如圖四。利用 K-type 熱電偶（量測範圍 200–1,370°C，解析度 0.1°C）量測溫度，並利用溫度記錄器（型號 BTM-4208SD）（圖五）記錄烘箱在操作過程中每秒溫度。

為分析複合熱源烘箱與傳統電烘箱的耗電量與瓦斯消耗量，並從能源面探討是否節能省碳，從經濟面探討是否能減少金錢的支出。烘箱操作的過程中藉由功率計（型號：KEW 6305）（圖六）記錄消耗電量，並藉由磅秤（型號 JB-60Y，量測範圍 0–60kg，解析度 2g）（圖七）記錄瓦斯消耗重量。

烘箱變頻器的風量設定統一為 50(圖八)，由風量計量測 (型號 AM-4206)(圖九)，其風量為 3 (m³/min)，烘箱溫度設定 90℃，運作 3 小時，每次試驗前烘箱需冷卻 2 小時以上，每次 3 重複試驗，紀錄如下。

- (一) 傳統電烘箱 (對照組)：紀錄耗電量與各點溫度值。
- (二) 複合熱源烘箱 (試驗組)：紀錄耗電量、瓦斯消耗量與各點溫度值。



圖四、乾燥室內之溫度量測與說明

(A：熱電偶在烘箱的佈線狀況 (共十層)，B：熱電偶在第一、六、十層托盤的佈線狀況，C：熱電偶在第一、六、十層托盤的佈線示意圖，D：熱電偶在第三、五、八層托盤的佈線狀況，E：熱電偶在第三、五、八層托盤的佈線示意圖，F：量測托盤上側 4 cm 的溫度)

Fig. 4. The distributions of temperature measurement in the dryer box. (A: The thermal couple installed in the dryer. B: The thermal couple installed the on first, sixth and tenth tray. C: The diagram of the thermal couple installed on the first, sixth and tenth tray. D: The thermal couple installed on the third, fifth and eighth tray. E: The diagram of the thermal couple installed on the third, fifth and eighth tray. F: Measure the temperature above 4 cm the tray.)



圖五、溫度記錄器 (型號：BTM-4208SD)
Fig. 5. Temperature recorder (model: BTM-4208SD)



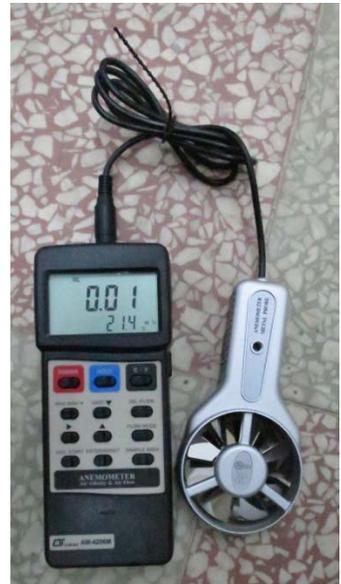
圖六、功率計 (型號：KEW 6305)
Fig. 6. Power meter (model : KEW 6305)



圖七、磅秤 (型號：JB-60)
Fig. 7. Scale (model : JB-60)



圖八、風量控制器
Fig. 8. Fan controller



圖九、風量計
(型號：AM-4206M)
Fig. 9. Air flow meter (model:
AM-4206M)

三、焙茶試驗與處理

比較複合熱源烘箱和傳統烘箱之烘焙性能，試驗茶樣為臺茶 20 號茶，每層盤放 5 斤茶乾，共放 2 層做焙火試驗，每 2 小時取樣品評。

為比較複合熱源烘箱與傳統烘箱，做輕度烘焙的烏龍茶，每 2 小時官能品評調整烘箱溫度，其溫度設定與作業時間如表二。另外比較重度烘焙的烏龍茶，每 4 小時調整烘箱溫度，其溫度設定與作業時間如表三。

表二、輕度烘焙溫度與作業時間

Table 2 The temperature and hours for light roasting

電烘箱	溫度 (°C)	80	85	90	95
	時間 (hr)	4	4	3	1
複合熱源 烘箱	溫度 (°C)	80	85	90	95
	時間 (hr)	4	4	2	1

表三、重度烘焙溫度與作業時間

Table 3 The temperature and hours for heavy roasting

電烘箱	溫度 (°C)	100	105	110	115	120
	時間 (hr)	4	4	4	4	4
複合熱源 烘箱	溫度 (°C)	100	105	110	115	120
	時間 (hr)	4	4	4	4	4

四、茶葉品質感官品評

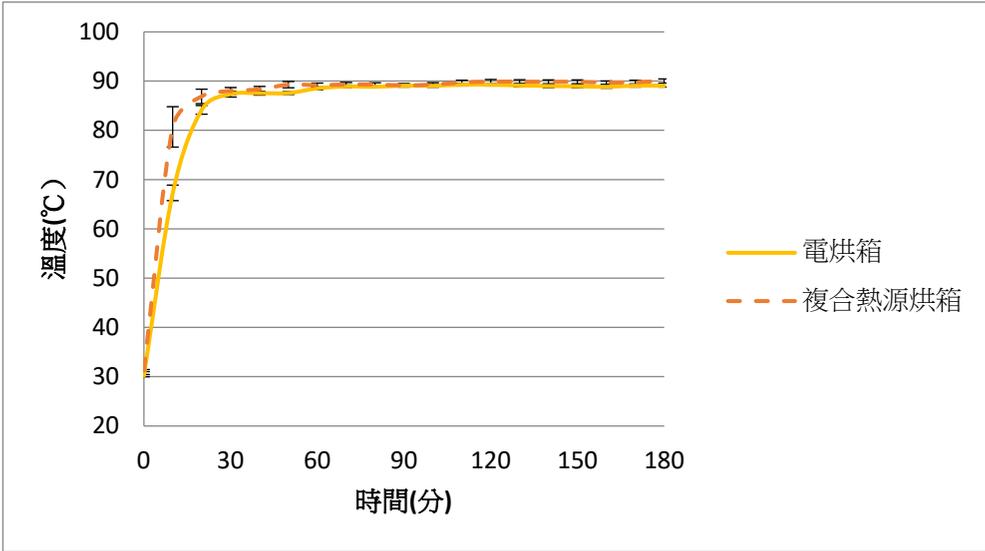
取樣 3 公克，以 150 毫升沸水沖泡 5 分鐘，進行官能品評，比較傳統烘箱與複合熱源烘箱的烘焙性能差異。

五、茶湯製備

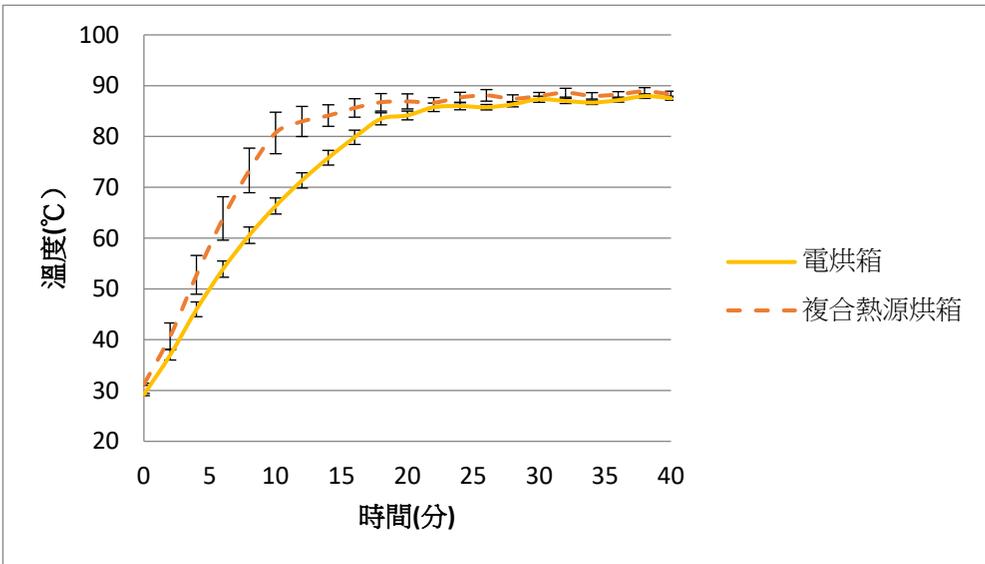
秤取 3 公克茶葉置於標準評鑑杯中，加入 150mL 沸水，靜置 5 分鐘後，倒入審查碗中，品評第一泡茶湯。

結果與討論

一、烘箱溫度隨時間變化情形



圖十、電烘箱和複合熱源烘箱運作 3 小時的整體平均溫度隨時間的變化情形
 Fig. 10. Compared with the average temperature of the electric dryer and hybrid dryer worked 3 hours



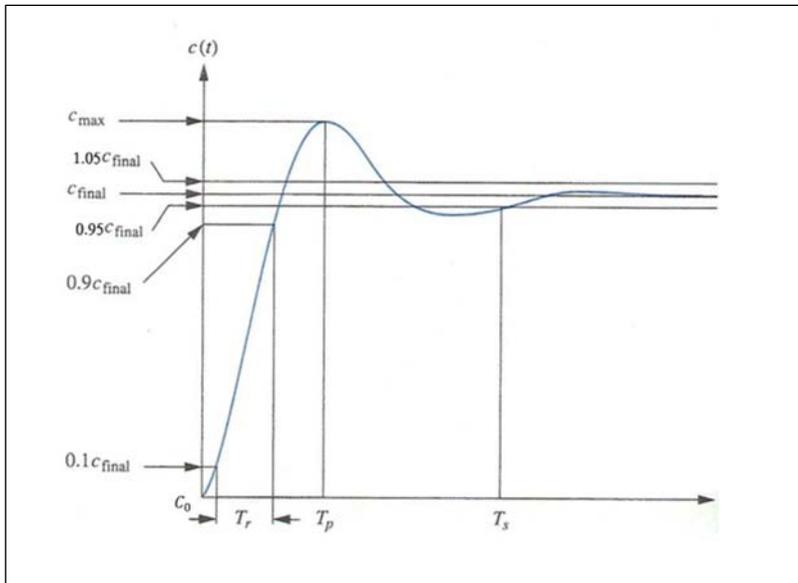
圖十一、電烘箱和複合熱源烘箱運作前 40 分鐘的整體平均溫度隨時間的變化情形
 Fig. 11. Compared with the average temperature of the electric dryer and hybrid dryer worked 40 minutes

圖十為電烘箱和複合熱源烘箱運作 3 小時的溫度隨時間的變化情形，圖十一為電烘箱和複合熱源烘箱運作前 40 分鐘的溫度隨時間的變化情形，可看出複合熱源烘箱升溫速度較快，但升溫過程溫度的均勻性較差，複合熱源烘箱前 20 分鐘（初始不計）整體溫度標準差範圍為

1.47 – 4.38，傳統電烘箱前 20 分鐘升溫過程整體溫度標準差範圍為 0.87 – 1.60。溫度穩定時 (操作 1 小時到 3 小時) 複合熱源烘箱整體溫度標準差範圍為 0.34 – 0.46，而傳統電烘箱整體溫度標準差範圍為 0.24 – 0.33，傳統電烘箱在溫度穩定時溫度均勻性略優於複合熱源烘箱。

二、烘箱溫控性能與升溫性能說明與比較

為說明烘箱升溫的速度快慢與控溫性能，簡單介紹自動控制理論 (Control theory) 的爬升時間 (Rise time, 簡稱 T_r) 和穩定時間 (Settling time, 簡稱 T_s) 的定義 (圖十二) 來說明烘箱性能。



圖十二、二階阻尼響應圖

Fig. 12. Underdamped response diagram

(一) 爬升時間 (Rise time, T_r)

烘箱從初始溫度 C_0 爬到設定溫度 C_{final} 的 10% 爬到 90% 所需要的時間，此參數可解釋烘箱加熱器的升溫性能， T_r 時間愈短烘箱升溫速度愈快。

C_{final} 為設定溫度 90°C ， C_0 為初始溫度 30°C 。

10% 的溫度為 $30 + 0.1(90 - 30) = 36^{\circ}\text{C}$ 。

90% 的溫度為 $30 + 0.9(90 - 30) = 84^{\circ}\text{C}$ 。

表四、爬升時間 T_r 所需參數

Table 4 The parameter of the rise time (T_r)

類別	升到 36°C 所需時間 (min)	升到 84°C 所需時間 (min)
電烘箱	2	20
複合熱源烘箱	1	14

傳統電烘箱溫度從 36°C 升到 84°C 的爬升時間為 $T_r = 20 - 2 = 18 \text{ min}$

複合熱源烘箱溫度從 36°C 升到 84°C 的爬升時間為 $T_r = 14 - 1 = 13 \text{ min}$

從表四可看出複合熱源烘箱升溫時間比電烘箱短，開始升溫電烘箱與複合熱源烘箱的電熱器為全載加熱，但是複合熱源烘箱有瓦斯額外提供的熱能，故可以升溫的更加快速。

(二) 穩定時間 (Settling time, T_s)

烘箱從初始溫度 C_0 爬到設定溫度 C_{final} 95% 和 105% 間震盪所需的時間，此參數可說明烘箱升溫到達穩定所需要的時間， T_s 時間愈短說明穩定所需的時間愈短。

95% 的溫度為 $30 + 0.95(90 - 30) = 87^\circ\text{C}$ 。

105% 的溫度為 $30 + 1.05(90 - 30) = 93^\circ\text{C}$ 。

表五、穩定時間 T_s 所需參數

Table 5 The parameter of the settling time T_s

類別	升到 87°C	升到 93°C
	所需時間 (min)	所需時間 (min)
電烘箱	30	無
複合熱源烘箱	18	無

電烘箱與複合熱源烘箱溫度超過 87°C 後就趨於穩定，但就沒再升溫超過 93°C (表五)，故只需要計算電烘箱與複合熱源烘箱升溫到達 87°C 所需時間。

傳統電烘箱溫度升到 87°C 的穩定時間 $T_s = 30 \text{ min}$ 。

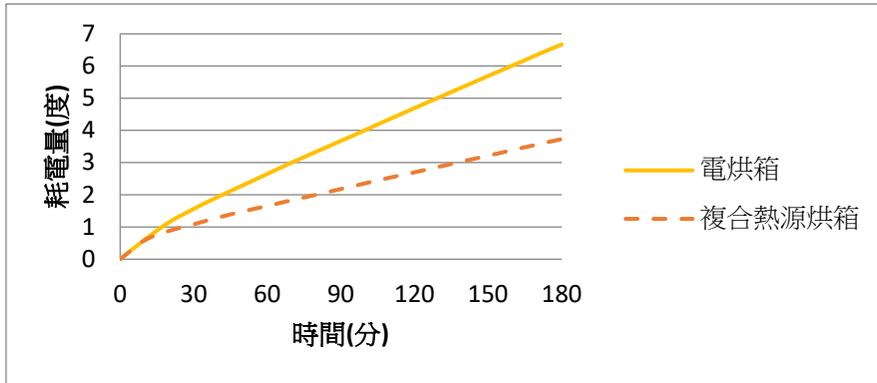
複合熱源烘箱溫度升到 87°C 的穩定時間 $T_s = 18 \text{ min}$ 。

可以看出複合熱源到達 T_s 的時間較短，代表溫度到達設定值且穩定的時間較短，控制性能較好。

三、傳統電烘箱與複合熱源烘箱耗電量與瓦斯消耗量比較與分析

(一) 耗電量與瓦斯消耗量比較

電烘箱與複合熱源烘箱設定 90°C，運作 3 個小時，耗電量與瓦斯消耗量如圖十三與表六所示。電烘箱消耗 6.63 度的電量，而複合熱源烘箱消耗 3.73 度的電量和 0.53 公斤的瓦斯。比較耗電量，複合熱源烘箱節省 43.76% 的電費。



圖十三、電烘箱與複合熱源烘箱耗電量比較圖

Fig. 13. Comparison between with the electricity of the electric dryer and hybrid dryer worked 3 hours

表六、電烘箱與複合熱源烘箱操作 3 小時消耗的電量與瓦斯量

Table 6 The consumption of electricity and gas of the electric dryer and hybrid dryer worked 3 hours

烘箱	能源	消耗量
電烘箱	電	6.63 度
	瓦斯	0 公斤
複合熱源烘箱	電	3.73 度
	瓦斯	0.53 公斤

(二) 經濟效益分析

1. 電烘箱能源消耗經濟效益分析

表七、非營業用累計電費度數

Table 7 The cumulative electricity bill

每月用電度數分段	夏月 (元)	非夏月 (元)
120 度以下	1.63	1.63
121 – 330 度	2.38	2.10
331 – 500 度	3.52	2.89
501 – 700 度	4.61	3.79
701 – 1000 度	5.42	4.42
1001 度以上	6.13	4.83

註：夏月為 6 月 1 日至 9 月 30 日。

(資料來源：臺灣電力公司，2016 年 4 月 1 日實施)

夏月 1,000 度的電費：

$$120 \times 1.63 + (330 - 120) \times 2.38 + (500 - 330) \times 3.52 + (700 - 500) \times 4.61 + (1,000 - 700) \times 5.42 = 3,841.8 \text{元}$$

非夏月 1,000 度的電費：

$$120 \times 2.1 + (330 - 120) \times 2.68 + (500 - 330) \times 3.61 + (700 - 500) \times 4.48 + (1,000 - 700) \times 5.03 = 3,211.9 \text{元}$$

經瞭解茶農在茶季或是在焙茶時期，每月電費高達上萬元，故耗電量至少 1,001 度以上，故每度電花費以 6.13 元計算。故電烘箱操作 3 小時，消耗電量為 6.63 度，電費為 $6.63 \times 6.13 = 40.6$ 元。

2. 複合熱源烘箱能源消耗經濟效益分析

由經濟部能源局資料得知，2016 年 20 公斤的桶裝瓦斯的平均價格為 644 元，故平均 1 公斤的瓦斯需花費 32.2 元，故複合熱源烘箱操作 3 小時，消耗瓦斯量為 0.53 公斤，瓦斯費為 $0.53 \times 32.2 = 17.1$ 元，消耗電量為 3.73 度，故電費為 $3.73 \times 6.13 = 22.9$ 元。瓦斯費與電費合計為 $17.1+22.9=40$ 元。

3. 電烘箱與複合熱源烘箱不同能源消耗經濟效益分析比較

由上述分析計算，將數據整理成表八，可以看到電烘箱與複合熱源烘箱的能源費（電費+瓦斯費），雖然電烘箱與複合熱源烘箱的能源費差異不大，但是複合熱源烘箱減少了 4 成的電費（電量）。

表八、電費與瓦斯費的組成比例（運作 3 小時）

Table 8 The proportion of the electricity bill and the gas bill (3 hours)

烘箱	能源	消耗量	費用(元)	總額(元)	電費比例
電烘箱	電	6.63 度	40.6	40.6	100%
	瓦斯	0 公斤	0		
複合熱源烘箱	電	3.73 度	22.9	40.0	57.25%
	瓦斯	0.53 公斤	17.1		

註：電費(元) = 電量(度) × 6.13

瓦斯費(元) = 瓦斯量(公斤) × 32.2

總額 = 電費 + 瓦斯費

$$\text{電費比例} = \frac{\text{電費}}{\text{電費} + \text{瓦斯費}}$$

複合熱源烘箱的燃燒熱源不是只能選擇瓦斯，天然氣、柴油與汽油也可做為燃燒能源（圖一 A 左）。由燃燒的瓦斯熱能可以粗估到燃燒天然氣、柴油與汽油的消耗量，比較不同燃燒能量的經濟效益。

複合熱源烘箱運作 3 小時瓦斯燃燒能量（千焦） = $0.53(\text{kg}) \times 50,232 (\text{kJ/kg}) = 26,623 \text{ kJ}$ 。

瓦斯燃燒能換算成天然氣燃燒能之效益評估：

天然氣的燃燒熱約為 54,000 kJ/kg，故瓦斯換算成天然氣消耗 $26,623(\text{kJ}) / 54,000 (\text{kJ/kg}) = 0.49\text{kg}$ 。

從表一得知天然氣的燃燒經濟效益為 3,163 (kJ/元)，故瓦斯換算成天然氣 $26,623 (\text{kJ}) / 3163(\text{kJ/元})=8.4$ 元。

瓦斯燃燒能換算成柴油燃燒能之效益評估：

柴油的燃燒熱約為 44,800 kJ/kg，故瓦斯換算成柴油消耗 $26,623(\text{kJ}) / 44,800 (\text{kJ/kg}) = 0.59\text{kg}$ 。

從表一得知柴油的燃燒經濟效益為 1,865 (kJ/元)，故瓦斯換算成柴油 $26,623(\text{kJ}) / 1,865 (\text{kJ/元})=14.3$ 元。

瓦斯燃燒能換算成汽油燃燒能之效益評估：

汽油的燃燒熱約為 47,300 kJ/kg，故瓦斯換算成汽油消耗 $26,623(\text{kJ}) / 47,300 (\text{kJ/kg}) = 0.56\text{kg}$ 。

從表一得知汽油的燃燒經濟效益為 1,529 (kJ/元)，故瓦斯換算成汽油 $26,623(\text{kJ}) / 1,529 (\text{kJ/元})=17.4$ 元。

表九、推算天然氣、柴油與汽油用於複合烘箱之經濟效益分析 (運作 3 小時)

Table 9 The cost assessment of the natural gas, diesel oil and the gasoline used in hybrid dryer (3 hours)

烘箱	能源	消耗量	能源費 (元)	總額 (元)	電費比例
天然氣烘箱	電	3.73 度	22.9	31.3	73.16%
	天然氣	0.49 公斤	8.4		
柴油烘箱	電	3.73 度	22.9	37.2	61.56%
	柴油	0.59 公斤	14.3		
汽油烘箱	電	3.73 度	22.9	40.3	56.82%
	汽油	0.56 公斤	17.4		

總額 = 電費 + 能源費

$$\text{電費比例} = \frac{\text{電費}}{\text{電費} + \text{瓦斯費}}$$

由表九可以看到，利用天然氣作為主要熱能，則能源費總和最低。傳統電烘箱的能源費 40.6 元，天然氣烘箱的能源費為 31.3 元，解省了 23%。但天然氣的運送需要管路，才能到家庭用戶使用，故在臺灣並不是十分流行，只有名間部分茶農使用天然氣當作能源。其他茶區的燃燒能主要是液態 (桶裝) 瓦斯 (炒菁機) 或是柴油 (甲種乾燥機)，可用貨車運送到偏遠地區，且存放安全。但液態瓦斯快用完時，瓦斯壓力不夠，會造成炒菁機溫度下降。

(三) 能量效益分析

從熱力學的角度來看，電能轉熱能的效率為 100%，複合熱源烘箱的熱能除了電能轉換以外，還利用瓦斯燃燒熱來提供烘箱熱能，避免瓦斯燃燒汙染食材，利用熱交換器傳送瓦斯燃燒的熱能到烘箱內，故熱交換器的傳熱能力影響瓦斯燃燒熱的作業效率，需計算熱交換器的熱轉換效率，評估是否還有提高熱效率的空間。

已知 1 度電 = 1kW·h = 1kJ·h = 3,600 kJ，消耗 1 度電會產生 3,600 kJ (千焦) 的熱能。液化瓦斯的燃燒熱為 50,232 kJ/kg，消耗 1 公斤的瓦斯會產生 50,232 kJ 的熱能。將表十整理後，運作 3 小時的電熱與瓦斯產生的熱能數據如表十。已知

瓦斯燃燒熱交換傳遞效率 = $\frac{\text{電烘箱電能}-\text{複合熱源烘箱電能}}{\text{複合熱源燃燒熱能}} = 39.2\%$ ，而臺電 2016 年電能傳到

用戶的發電效率為 39.85% (表一)，臺電發電效率還略勝 0.65%，複合熱源效率的瓦斯熱效率還有進步空間。

表十、電費與瓦斯能量的組成比例 (運作 3 小時)

Table 10 The proportion of the electricity energy and the gas energy (3 hours)

烘箱	能源	消耗量	熱能 (千焦)	總熱能 (千焦)	熱能傳入烘箱效率
電烘箱	電	6.63 度	23,868	23,868	100%
	瓦斯	0 公斤	0		--
複合熱源烘箱	電	3.73 度	13,428	40,051	100%
	瓦斯	0.53 公斤	26,623		39.2%

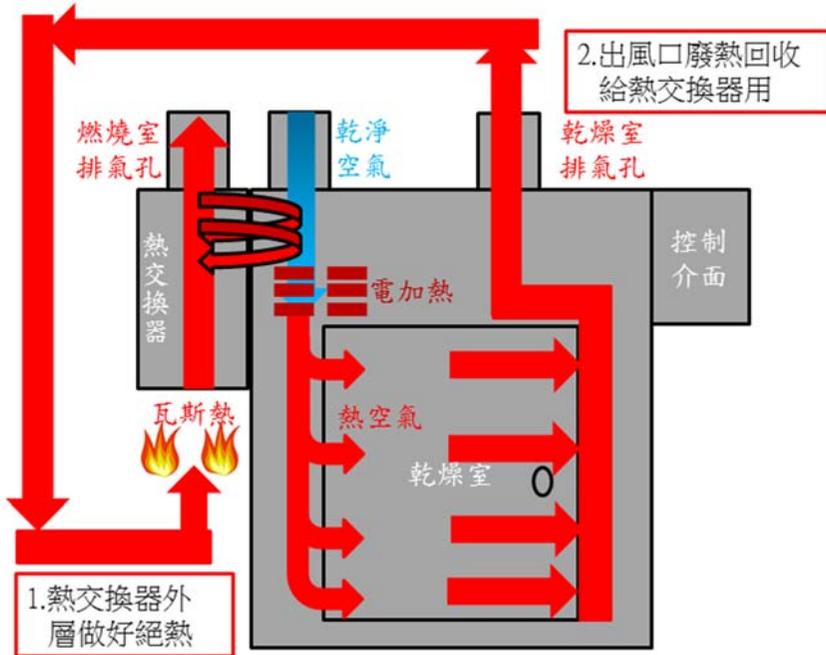
註：電熱 (千焦) = 電量 (度) × 3,600

瓦斯熱 (千焦) = 瓦斯量 (公斤) × 50,232

總熱能 (千焦) = 電熱 + 瓦斯熱

瓦斯燃燒熱傳遞效率 = $\frac{\text{電烘箱電能}-\text{複合熱源烘箱電能}}{\text{複合熱源燃燒熱能}} = \frac{23,868-13,428}{26,623} = 0.392 = 39.2\%$

為提高瓦斯的熱交換器效率，目前有兩種做法。將熱交換器和燃燒爐外層覆蓋隔熱海綿，可以減少瓦斯熱氣的散失，提高熱效率 (圖十四)。另外熱交換器的燃燒爐是從環境溫度 30°C 開始升溫，故需要大量的瓦斯燃燒能來做熱交換，可將烘箱出風口的廢熱 (約有 90°C) 回收給熱交換器使用，減少升溫所需的瓦斯量 (圖十五)。



圖十四、改良複合熱源烘箱示意圖
 Fig. 14. The diagram of the improved hybrid dryer



圖十五、燃燒爐與熱交換器外側需要覆蓋隔熱棉
 Fig. 15. Add the insulated cotton on the firebox

四、感官品評

表十一為輕度烘焙之臺茶 20 號球形烏龍茶，由感官品評可知，電烘箱烘焙滋味隨時間改善。複合熱源烘箱烘焙滋味會從清轉澀，茶湯轉澀時時需要升溫到下一階段，最後結束在設定溫度為 95℃。比較電烘箱輕度烘焙 90℃ 的品質與複合熱源烘箱烘焙到 95℃ 的品質，複合熱源烘箱的滋味略為清淡且為菁澀，初步判斷複合熱源烘箱風量較大，焙清的速度快。初步建議複合熱源烘箱後期風速調降，滋味才不會偏淡，且能降低菁澀感。表十二為重度烘焙之臺茶 20 號球形烏龍茶，結果顯示複合熱源烘箱烘焙出的茶葉較為甜。

表十一、輕度烘焙之感官品評結果

Table 11 Sensory evaluation of two treatments for light roasting

電烘箱	溫度(°C)	80	80	85	85	90	90
	時間(hr)	2	2	2	2	2	1
	滋味描述	隨時間逐漸改善					清
複合熱源烘箱	溫度(°C)	80	80	85	85	90	95
	時間(hr)	2	2	2	2	2	1
	滋味描述	清	澀*	清	澀*	澀*	清

*備註：變澀為茶焙到滋味轉換，需升溫做下一階段的焙火。

表十二、重度烘焙之感官品評結果

Table 12 Sensory evaluation of two treatments for heavy roasting

電烘箱	溫度 (°C)	100	105	110	115	120
	時間 (hr)	4	4	4	4	4
	滋味描述	微火、清甜、澀	火、微悶雜、菁澀	火味、微悶雜、滋味飽滿、微悶	火味、菁澀	火味明顯、菁澀
複合熱源烘箱	溫度 (°C)	100	105	110	115	120
	時間 (hr)	4	4	4	4	4
	滋味描述	微悶雜、火味、味淡	甜、味淡、澀感稍好	甜、微澀	甜、微澀	甜、菁澀

結 論

臺灣用電量有逐年增加的趨勢，早晚面臨限電危機。在製茶過程中會用到大量的電，又以烘箱的用電量最高，80 斤的烘箱高達 8,000 瓦。本試驗結合電熱易控制與瓦斯熱便宜的優點，開發複合熱源烘箱，成功的找到能源替代方案，減少 43% 的用電量，且加速烘箱的升溫速度與減少穩定時間。用經濟效益來評估，複合熱源操作 3 小時雖然只減少 0.6 元的能源費 (電能+瓦斯能)，但

未來電費漲價時，能源費能大幅減少；用能量效益來看，瓦斯熱交換器的效率只有 39.2%，還有提高熱交換器效率的機會，未來預計在熱交換器外添加隔熱層與回收熱風提高熱交換器的效率。從焙茶試驗可得知，複合熱源烘箱烘焙品質，微遜電烘箱烘焙品質，但可節省將近一半的電量，減少家庭用電的負擔。

參考文獻

1. 濟部能源局. 2019 年 10 月 30 日 取自 <https://www2.mocaboe.gov.tw/oil102/>
2. 維基百科. 燃燒熱. 2019 年 10 月 30 日，取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%87%83%E7%83%A7%E7%83%AD>
3. 臺灣中油公司油價. 2019 年 10 月 30 日 取自 https://price.nat.gov.tw/p/zh_tw/energy#E1
4. 陳和錦. 1974. 在世界經濟動盪中談台茶經營. 茶訊 p. 1。
5. 胡凡勳、朱朝煌、邱漢傑. 2011. 熱遞學. 高立圖書。

(附件一) 各種能源經濟效益之評估

一、電能轉熱能的效益分析：

1 度電 產生的熱為 3,600 kJ，又 1 度電的電費為 6.13 元。

1 元的電費可以產生 $3,600/6.13 = 587 \text{ kJ}$ 的熱量

二、天然氣轉熱能的效益分析：

天然氣的燃燒熱約為 54,000 kJ/kg，1 立方公尺的天然氣費為 12.24 元，密度約為 0.717kg/m³。
(2017/07/02)

故 1 公斤的天然氣費為 $12.24/0.717=17.07$ 元

1 元的天然氣費可以產生 $54,000/17.07 = 3,163 \text{ kJ}$ 的熱量

三、瓦斯轉熱能的效益分析：

液化瓦斯的燃燒熱約為 50,232 kJ/kg，1 公斤的瓦斯費為 32.2 元。(2016 年的全國平均值)

1 元的瓦斯費可以產生 $50,232/32.2 = 1,560 \text{ kJ}$ 的熱量

四、汽油轉熱能的效益分析：

汽油的燃燒熱約為 47,300 kJ/kg，1 公升的 92 汽油費為 22.8 元，密度約為 0.737kg/l
(2017/07/03)

故 1 公斤的汽油費為 $22.8/0.737=30.94$ 元

1 元的汽油費可以產生 $47,300/30.94 = 1,529 \text{ kJ}$ 的熱量

五、柴油轉熱能的效益分析：

柴油的燃燒熱約為 44,800 kJ/kg，1 公升的柴油費為 20.3 元，密度約為 0.845kg/l (2017/07/03)

故 1 公斤的柴油費為 $20.3/0.845=24.02$ 元

1 元的柴油費可以產生 $44,800/24.02 = 1,865 \text{ kJ}$ 的熱量

The Research of the Thermal Efficiency of the Hybrid Dryer

Wei-Yang Hwang¹ Tien-Lin Liu^{1,*} Chia-Chang Wu² Jin-Chih Lin¹

Summary

The hybrid dryer was designed in the research to save the electric energy, which fire the gas to be the major heat and control the temperature by the electric energy. We compare with the electric and the gas consumption of the electric dryer and the hybrid dryer. The temperature of the dryer is 90°C and worked 3 hours. Record the temperature of the 24 position in the dryer 3 times. The results show that the electric power consumption of the electric dryer is 6.67 kWh, the rise time (T_r) is 18 min, and the settling time (T_s) is 30 min. The electric power consumption of the hybrid dryer is 3.729 kWh, the gas power consumption is 0.533 kg, the rise time (T_r) is 13 min, and the settling time (T_s) is 18 min. The hybrid dryer's performance of warming up and stability is better than those of electric dryer. By the electric power consumption analysis, the hybrid dryer can save 44% electric power consumption. By the cost-effectiveness analysis, the hybrid dryer may save 0.6 NT dollars (electricity bill and the gas bill for working three hours). In Taiwan, the electric power consumption is increasing, but the power plants are not constructed in recent years. In the future, the energy shortage crisis will happen, hybrid dryer might save the electric power consumption and solve the energy shortage crisis for tea farmers.

Key words: Hybrid dryer, Dryer, Thermal efficiency

1. Assistant Researcher, Senior Agronomist, Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2. Director, Veterans Affairs Council Fushoushan Farm, Taichung, R.O.C

*Corresponding author.

茶業類課程規劃與整合研究 -以農民學院茶葉感官品評中級班為例

郭婷玫¹ 潘韋成² 林義豪¹ 賴正南³ 林金池⁴

摘要

本研究於 2017 年度針對農民學院茶葉感官品評中級班，規劃設計茶樹栽培、茶葉加工、感官品評知識及感官品評技能等四個構面計 15 個題項之訓練成效評估問卷，並對當年度共 60 位參訓學員進行問卷發放，共回收 58 份問卷，其中有效問卷計 49 份，有效回收率為 81.7%。統計分析結果顯示受訓後學員四大構面之能力確實有所提升，且學員背景（包括性別、年齡、經營面積及農業經營方式等）與訓練前後能力、工作重要性或學習難易度皆有所關聯，可作為課程安排或實際授課時之參考。另根據重要度-表現程度分析及開放式題項調查結果亦顯示大部分課程符合學員需求，但感官品評技能相關課程可以再加強改善，如增加實務練習或課程時間，本研究結果未來可供茶葉感官品評專業人才能力鑑定制度相關課程時數修正之參考，以符合茶葉感官品評訓練之目的。

關鍵字：訓練成效評估、茶葉感官品評、農民學院

前言

茶葉為臺灣重要之高經濟價值特用作物，依據 2017 年農業統計年報資料顯示，茶葉年產量為 13,443 公噸，年產值高達 76.4 億元，占農產類農產品生產總值 2.6%（行政院農業委員會，2018），此外，亦是臺灣重要之外銷作物，據統計 106 年茶葉外銷量約 8,336 公噸，約占年產量的 62%，外銷金額約 9,500 萬美元（International tea committee, 2018），換算臺幣約 29.5 億元。

而為了區分及控管茶葉品質，各縣市政府、鄉鎮公所、農會、產銷班，茶業相關公會及合作社等，每年定期辦理茶葉品質評鑑、各產地優良茶比賽及茶葉分級包裝等超過 100 場次，茶葉評審人員的培訓極為重要，此外，為因應證照取得風氣盛行，及業界對於茶葉專業證照之需求，茶業改良場從 2011 年起即開始規劃推動茶葉感官品評相關制度，經過多年研商討論，終於自 2016 年開始試辦茶葉感官品評初級培訓及測驗，並於 2017 年接續試辦茶葉感官品評中級培訓及測驗，持續培訓茶葉感官品評專業人才。

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 副研究員兼股長。臺灣 新北市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場 技佐。臺灣 桃園市。
 4. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼課長。臺灣 桃園市。

Kirkpatrick (1975) 曾提出包含反應 (Reaction)、學習 (Learning)、行為 (Behavior) 及結果 (Results) 之四層次訓練評鑑模式，其中反應層次可藉由課程滿意度調查及綜合座談會之意見回饋等評估，學習層次可藉由能力前後測問卷評估學員訓練學習情形，行為層次則可藉由工作重要性之問卷調查進行評核，最後結果層次則可藉由訓練後之實際工作及經營狀況之提升情形進行評核，本研究目的為針對參與 2017 年農民學院茶葉感官品評中級班訓練學員之反應、學習及行為層面，探討不同基本背景學員於訓練前後能力、工作重要性及學習難易度等差異，以作為課程規劃之修正依據，藉此完善茶葉感官品評專業人才能力鑑定制度。

茶業改良場於 2011 年起持續進行茶葉感官品評專業人才能力鑑定制度之建立，最早於 2011 年 7 月 1 日與農糧署共同邀集茶產業相關團體召開「研商推動茶葉感官品評人員鑑定制度會議」，並於會議中決議由茶業改良場邀集產、官、學單位組成「評茶專業技能培訓及鑑定工作審議小組」，後於 2014 年辦理茶產業人才需求職類及職能基準建置計畫，藉由專家訪談及利用功能分析方法，歸納建構「茶葉品評人員職能基準表(稿)」，並經過職能驗證問卷調查，確認職業對應所需職能之正確性、重要性程度與有效性，最後再經過專家會議修訂職能基準表類別名稱為「茶葉感官品評專業人才」，將感官品評專業人才分為初級、中級、中高級、高級及特級等五級，並將初級、中級及中高級訂為茶葉感官品評員，而高級及特級則訂為茶葉感官品評師。

2015 年先後召開 3 次會議，並在工業技術研究院產業學院協助下，研議茶葉感官品評能力鑑定制度相關事項，包含審訂茶產業職能藍圖、茶葉感官品評專業人才職能基準表、級別能力指標、能力鑑定獲證資格表、茶葉感官品評專業人才能力鑑定制度條文、茶葉感官品評專業人才學習地圖、茶葉感官品評專業人才職能基準單元課程等，並由茶業改良場成立茶葉感官品評能力鑑定「指導委員會」及「秘書處」，負責推動與執行能力鑑定制度。

2016 年先後召開 6 次會議，完成茶葉感官品評初級之公版上課講義內容、能力鑑定教具教材說明、學科考試題庫及術科測驗內容等事宜，並於同年度開始試辦茶葉感官品評初級班訓練及測驗，學科測驗內容為茶葉起源與發展、評茶員職業規範與個人素養、茶樹栽培概論、茶葉製造概論、感官品評基本原理及操作等計 30 小時之初級課程，術科測驗包含茶類辨識及基本味覺測試，學科及術科測驗皆達 70 分以上，即可獲得初級茶葉感官品評專業人才能力鑑定合格證書。

2017 年除續辦茶葉感官品評初級訓練及測驗外，同時接續試辦茶葉感官品評中級訓練及測驗，學科測驗內容為茶葉製造進階、茶樹栽培進階、茶區栽種品種及特色、基礎茶葉感官品評及標準茶葉評鑑作業實務等計 40 小時之中級課程，術科測驗包含苦澀味測驗、茶葉拼對測驗及評茶實務操作測驗(準備作業及沖泡作業)，學科及術科測驗皆達 70 分以上，即可獲得中級茶葉感官品評專業人才能力鑑定合格證書。

2018 年持續辦理茶葉感官品評初級及中級訓練及測驗，統計 2016-2018 年初級受測人數計 1,377 人，合格人數計 1,167 人，合格率約 84.7%；2017-2018 年中級受測人數計 1,101 人，合格人數計 317 人，合格率約 28.8% (表一)，後續亦將依據茶葉感官品評能力鑑定指導委員會意見，持續規劃後續中高級、高級以及特級之課程及測驗。

此外，2017-2018 年已陸續將初級茶葉感官品評訓練技術技轉給茶業相關單位計 5 家，其中 3 家更通過審查而核定為「初級茶葉感官品評委託訓練機構」(嘉義縣製茶業職業工會、台灣茶葉學會及景文科技大學)，可自行承接辦理茶葉感官品評初級訓練，學員完成訓練後，可參加茶業改良場辦理之初級學術科能力鑑定測驗；未來中級茶葉感官品評訓練技術亦可朝技轉給茶業相關單位辦理之方式進行，進而紓緩目前希望參加中級茶葉感官品評受訓人員較多之問題。

材料與方法

- 一、本研究於 2017 年針對當年度農民學院「茶葉感官品評中級班」計兩班共 60 位學員發出 60 份訓練成效評估問卷，共回收 58 份問卷，其中有效問卷計 49 份，有效回收率為 81.7%。
- 二、問卷內容包含基本資料（如性別、出生年、教育程度、務農起始年、工作類別、茶葉經營面積、農業經營方式與是否通過認（驗）證等）、訓練前測（如目前能力評定及工作重要性等）、訓練後測（如訓練後能力評定及學習難易度等）及訓練課程建議（如茶葉品評技術應用情形、參加訓練班的期許、落差與困難以及開課建議等）等四大部份。
- 三、各題項調查結果以 1~5 分代表學員在訓練認知程度，分數越高顯示能力、重要性或學習難度越高。題項共計 15 題，並分為茶樹栽培、茶葉加工、感官品評知識及感官品評技能等四個構面（表二）。
- 四、問卷信效度分析
 - （一）本問卷信度以 Cronbach's α 係數檢視，Cronbach's α 值若大於 0.7，表示此問卷調查數據很可信，本次訓練成效評估問卷各題項構面之 Cronbach's α 值除了工作重要性的茶葉加工構面低於 0.7 以外，其他 Cronbach's α 係數皆大於 0.7（表三），顯示本研究所採用量表具有可信賴的內部一致性及相當穩定度。
 - （二）本問卷效度因問卷題項依據「茶葉感官品評人員職能基準表」規劃，並經專家審視修正，故問卷內容均具專家效度。
- 五、利用 SPSS 軟體，以敘述性統計分析、獨立樣本 T 檢定、變方分析(Analysis of Variance, ANOVA)、最小顯著差異值 (Least Significant Difference, LSD) 事後檢定及重要度-表現程度分析 (Importance-Performance Analysis, IPA) 等方法進行分析。

結果與討論

一、敘述性統計分析結果

（一）基本資料

1. 性別：49 位受測學員以男性比例高於女性（男性 61.2%、女性 38.8%）。
2. 年齡：平均 30.1 歲（30 歲以下 53.1%、31-45 歲 44.9%、46 歲以上 2.0%）。
3. 教育程度：以大專院校為最多（高中職 12.2%、大專院校 67.3%、研究所以上 20.4%）。
4. 務農年資：平均 3.8 年（尚未從農 26.5%、年資 3 年以下 38.8%、年資 4 年以上 34.7%）。
5. 茶葉經營面積：平均約 3 公頃（無土地 26.5%、2 公頃以內 42.9%、2.1 公頃以上 30.6%）。
6. 農業經營方式：以家族經營最多（51.0%），其次為獨資經營（28.6%）。
7. 主要工作類別（複選）：以茶農為最多（63.3%），其次為製茶師傅（28.6%）、茶商（26.5%）及推廣人員（24.5%），並有少數茶藝老師（6.1%）及茶葉代工業者（4.1%）。
8. 茶葉產品通過認（驗）證：申請比例超過半數（有申請 55.1%、未申請 44.9%）（表四）。

（二）四大構面訓練前後各項能力評分差異性分析

訓練前能力總平均為 3.05 分，以茶葉加工構面 3.30 分為最高，感官品評技能構面 2.84 分為最低，表示訓練前學員於茶葉感官品評之技能能力較為缺乏。訓練後能力總平均為 3.65 分，以感官品評知識構面 3.83 分為最高，感官品評技能構面 3.58 分為最低，訓練後學員於茶葉感官品評之知識能力提升為最高，而技能能力雖為最低，但也較訓練前增加。訓練前後能力變化（訓練後能力評

分減訓練前能力評分)總平均為 0.60 分,並以感官品評技能構面 0.74 分增加最多,以茶葉加工構面 0.39 分增加最少。工作重要性總平均為 4.52 分,以感官品評技能構面 4.65 分為最高,以茶樹栽培構面 4.42 分為最低,工作重要性整體分數較高,表示學員們認為這四個構面皆對工作具重要性。而學習難易度總平均為 3.14 分,以感官品評技能構面 3.45 分為最高,以感官品評知識構面 2.94 為最低,表示感官品評知識理解吸收相對容易,而技能與實際應用之間仍有落差(表五)。

二、獨立樣本 T 檢定、ANOVA、LSD 事後檢定分析結果(表六、表七)

將學員基本資料與「訓練前能力」、「訓練後能力」、「訓練前後能力變化」、「工作重要性」及「學習難易度」進行關聯性評估;進一步探討學員背景(包括性別、年齡、教育程度、務農年資、經營面積及農業經營方式、工作類別及認驗證有無等)與四大構面各項能力評分結果之關聯性,剔除各項學員背景中比例過於懸殊資料,並進行變項內類別合併,例如年齡部分因 46 歲以上人數過少(僅有 1 位),因此將年齡分成「30 歲以下」、「31 歲以上」兩類;農業經營方式則僅針對「獨資經營」及「家族經營」的學員進行比較分析;工作類別則僅針對茶農、製茶師傅、茶商及推廣人員進行分析。利用 T 檢定或單因子變異分析結果,學員的教育程度、務農年資及認驗證有無等基本資料與四大構面間並沒有顯著性差異,而學員的性別、年齡、經營面積、經營模式及工作類別等基本資料則與部分構面間有顯著性差異:

其中對於「感官品評技能構面」及「感官品評知識構面」的「工作重要性」認知,「女性」比「男性」認為重要、「31 歲以上」也「比 30 歲以下」認為重要。

對於「茶樹栽培構面」的「工作重要性」,「無土地」學員比「有土地」學員覺得重要,而對於「感官品評技能構面」的「工作重要性」,「無土地」學員同樣較「土地 2 公頃以內」學員覺得重要。此外,「感官品評技能構面」的「訓練前能力」,「土地 2 公頃以內」學員則低於「無土地」及「土地 2.1 公頃以上」學員。且於「茶葉加工構面」的「學習難易度」部分,「土地 2 公頃以內」學員則同樣較「無土地」及「土地 2.1 公頃以上」學員感到困難,推測也許土地 2 公頃以內之學員可能多需同時承擔茶樹田間管理或茶葉製造加工等作業,可能較無空閒時間學習新的知識,進而導致訓練前能力較低及學習上之困難,而土地 2.1 公頃以上因經營面積較大,可能多為雇工協助作業,而無土地者亦有較多時間學習茶業專業技術與知識。

對於「感官品評知識構面」的「學習難易度」認知,因「獨資經營者」需自負經營成敗,學習茶業知識一般比「家族經營者」認為容易。

至於工作類別部分,對於「感官品評知識構面」的「訓練前後能力變化」,「非茶農」比「茶農」提升較多,對於「感官品評技能構面」的「學習難易度」認知,「製茶師傅」比「非製茶師傅」認為容易,可能與製茶師傅了解如何控制茶葉製造流程,進而改善或影響茶葉品質有關。對於「茶葉加工構面」的「訓練前能力」以及「感官品評技能構面」及「感官品評知識構面」的「工作重要性」認知,「茶商」皆高於「非茶商」,可能因茶商熟悉感官品評技能與知識後,可透過品評或拼配技術來提升商品之品質與價值。

三、重要度-表現程度分析 (Importance-Performance Analysis, IPA) 結果(表八、圖一)

探討學員訓練後四大構面能力程度及其在工作上的重要性,訓練後能力程度為 X 軸,工作重要性為 Y 軸,其中「茶樹栽培構面」落在第三象限,表示訓練後能力較低,但工作重要性也較低,因此,課程調整的優先順序較低;而「茶葉加工構面」則落在第四象限,表示工作重要性雖較低,但訓練後能力較高,課程安排可能稍微供給過度,未來課程安排上也許可考慮減少授課時數;「感官品評知識構面」則落在第一象限,表示工作重要性高,訓練後能力也高,課程安排上良好,可繼續保持;最後「感官品評技能構面」則落在第二象限,表示工作重要性高,但訓練後能力較低,可

能尚未達到學員的需求，或與學員先天感官敏感度有關，無法透過短暫學習而提升感官品評能力，未來課程安排上可以加強改善。

四、開放式題項調查結果

學員將茶葉感官品評技術應用於「品質管理」為多，其次依序為「製茶技術」、「茶葉烘焙」、「茶葉分級」、「栽培管理」及「茶葉拼配」等；關於學員參加茶葉感官品評中級班的期許及需求，以「品質判別」為最多，其次為「取得證照」及「改善缺失」；學習上的落差則以「經驗不足」為最多，其次為「實作比例低」；學習上的瓶頸則以「苦澀味辨識」為最多，其次為「茶葉拼對」，主要原因來自於味覺靈敏度不足或缺乏經驗累積；對於未來開設茶葉感官品評中級班及中高級班的建議，第一優先為「增加實務練習及課程時間」，第二優先為「降低測驗難度」及「增加訓練班數」。

結論與建議

研究結果顯示，受訓後學員四大構面之能力確實有所提升，並以茶葉感官品評知識能力之提升為最高，且依據重要度-表現程度分析，本項能力之課程安排亦符合學員需求，未來可繼續保持；而茶葉感官品評技能能力受訓後之提升程度反而較低，這可能與學習難易度有關。另學員基本背景資料之差異，亦會對學習狀況造成影響，於辦理相關訓練課程時建議可依據學員背景差異，加強部分課程內容教授時數。後續亦可針對學員訓練後之實際工作及經營狀況之提升情形進行成效追蹤調查，以瞭解訓練結果層次，即訓練對於工作實際幫助程度之影響。

對學員而言，茶葉感官品評技能之學習最為困難，且依據重要度-表現程度分析以及開放式題項調查結果，技能課程之安排須再格外加強，例如增加實務練習或課程時間，此結果亦與課程結訓時召開之綜合座談會學員回饋意見相符。此外，因茶葉感官品評中級測驗合格率（28.8%）遠低於初級（84.7%），建議可考慮調整課程時數或術科測驗之難易度。本研究結果未來可提供茶葉感官品評專業人才能力鑑定制度修正之參考，以符合茶葉感官品評訓練之目的。

參考文獻

1. 行政院農業委員會. 2018. 農產品生產量值. 106年農業統計年報 8-9。
2. 林義豪、潘韋成. 2014. 茶葉品評員職能分析. 職能基準行動學習課程計畫成果研究彙報 pp. 1-21。
3. 林義豪. 2016. 建構茶產業專業人才職能證認導向之研究-以茶葉感官品評人員為例. 第四屆茶業科技研討會專刊 pp. 80-85。
4. 林義豪、潘韋成、郭婷玫、賴正南. 2017. 茶葉感官品評人員職能基準與能力鑑定之研究. 臺灣茶業研究彙報 36: 189-202。
5. 潘韋成、林義豪、郭婷玫、林金池. 2015. 茶葉感官品評人員證照制度. 2015臺灣國際茶文化創意與科技論壇論文集 pp. 237-238。
6. 潘韋成、林義豪、郭婷玫、賴正南、林金池. 2015. 茶葉品評員職業（專業）職能基準. 2015臺灣國際茶文化創意與科技論壇論文集 pp. 247-248。
7. 潘韋成、林義豪、賴正南、林金池、郭婷玫. 2016. 臺灣茶農訓練成效（評茶能力）追蹤評核之研究-以農民學院茶業初階班為例. 臺灣茶業研究彙報 35: 219-236。
8. 潘韋成、林義豪、賴正南、林金池、郭婷玫. 2017. 茶業進階訓練課程學員從農分析與訓練成效

之研究. 第五屆茶業科技研討會專刊 pp. 168-181。

9. 潘韋成、郭婷玫、林義豪、賴正南、林金池. 2018. 茶業類課程規劃與整合研究-以茶葉感官品評專業人才能力鑑定制度為例. 107年度農業推廣研討會大會手冊 pp. 59-62。
10. International tea committee. 2018. Annual bulletin of statistics 2018. pp. 55-60.
11. Kirkpatrick, D. L. 1975. Evaluation Training Programs. Madison, Wisconsin: American Society for Training and Development.

表一、2016-2018 年茶葉感官品評初級及中級測驗受測人數及合格人數

Table 1 Number of tested and qualified examinees about elementary and intermediate levels of tea sensory evaluation in 2016-2018

年度	初級測驗			中級測驗		
	受測人數	合格人數	合格率	受測人數	合格人數	合格率
105	1,205	1,051	87.2%	-	-	-
106	28	17	60.7%	612	178	29.1%
107	144	99	68.8%	489	139	28.4%
合計	1,377	1,167	84.7%	1,101	317	28.8%

表二、茶業能力構面及題項

Table 2 Constructs and items about the abilities of tea industry

構面	題項
感官品評技能	苦澀味辨識
	茶葉拼對辨識
	標準茶葉評鑑作業實務
感官品評知識	茶葉感官品評導論
	茶葉評鑑沖泡理論
茶樹栽培	臺灣各茶區栽培品種及特色
	茶園灌溉設施及應用
	茶樹病蟲害防治
	安全用藥及檢測
	茶樹土壤營養及肥培管理
茶葉加工	不發酵茶製造技術
	部分發酵茶製造技術
	全發酵茶製造技術
	茶葉保鮮與儲藏技術
	製茶廠規劃設計概論

表三、各項茶業能力構面之信度分析結果 (Cronbach's α 係數)Table 3 The results of reliability analysis in constructs about the abilities of tea industry (Cronbach's α)

構面	訓練前能力	訓練後能力	訓練前後能力變化	工作重要性	學習難易度
感官品評技能	0.945	0.885	0.828	0.846	0.766
感官品評知識	0.875	0.883	0.752	0.806	0.882
茶樹栽培	0.924	0.934	0.901	0.891	0.884
茶葉加工	0.864	0.916	0.820	0.668	0.911

表四、受訪者基本資料

Table 4 The attributes of respondents

項目	分類	個數 (人)	百分比 (%)
性別	男	30	61.2
	女	19	38.8
年齡 (平均 30.1 歲)	30 歲以下	26	53.1
	31-45 歲	22	44.9
	46 歲以上	1	2.0
教育程度	高中 (職)	6	12.2
	大專	33	67.3
	研究所以上	10	20.4
務農年資 (平均 3.8 年)	尚未從農	13	26.5
	年資 3 年以下	19	38.8
	年資 4 年以上	17	34.7
經營面積 (平均 3.0 公頃)	無土地	13	26.5
	2 公頃以內	21	42.9
	2.1 公頃以上	15	30.6
經營模式	家族經營	25	51.0
	獨資經營	14	28.6
	合資經營	2	4.1
	受雇人員	2	4.1
	其他	6	12.2
工作類別* (複選)	茶農	31	63.3
	製茶師傅	14	28.6
	茶商	13	26.5
	推廣人員	12	24.5
	茶藝老師	3	6.1
	茶葉代工業者	2	4.1
申請認驗證 (標章)	有	27	55.1
	無	22	44.9

*備註：工作類別有 5 位未填寫，視為缺值。

表五、訓練前後各項能力認知平均數 (分)

Table 5 Analysis results of all kinds of ability before and after training

構面	訓練前能力	訓練後能力	訓練前後能力變化	工作重要性	學習難易度
感官品評技能	2.84	3.58	0.74	4.65	3.45
感官品評知識	3.15	3.83	0.68	4.63	2.94
茶樹栽培	2.89	3.61	0.72	4.42	3.16
茶葉加工	3.30	3.69	0.39	4.49	3.00
平均	3.05	3.65	0.60	4.52	3.14

表六、學員基本資料與各構面能力認知關聯性分析結果 (T 檢定)

Table 6 The results of relevance analysis between all kinds of ability and attributes of respondents (T-test)

認知	構面	類別	個數 (人)	平均 (分)	t 值	顯著性
工作重要性	感官品評技能	男	30	4.53	-2.487	0.017*
		女	19	4.84		
		30 歲以下	26	4.50	-2.471	0.018*
		31 歲以上	23	4.83		
		非茶商	32	4.55	-2.763	0.008**
		茶商	13	4.87		
訓練前能力	茶葉加工	男	30	4.48	-2.785	0.008**
		女	19	4.87		
		30 歲以下	26	4.40	-3.44	0.001**
		31 歲以上	23	4.89		
		非茶商	32	4.50	-3.419	0.001**
		茶商	13	4.92		
訓練前後能力變化	感官品評知識	非茶農	14	1.07	2.430	0.019*
		茶農	31	0.50		
	茶葉加工	非茶商	32	0.55	2.074	0.044*
		茶商	13	0.08		
學習難易度	感官品評技能	非製茶師傅	31	3.69	3.053	0.004**
		製茶師傅	14	3.12		
	感官品評知識	獨資經營	14	2.68	-2.425	0.020*
		家族經營	25	3.30		

備註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ 。

表七、學員基本資料（經營面積）與各構面能力認知關聯性分析結果（ANOVA）
 Table 7 The results of relevance analysis between all kinds of ability and the attribute of respondents (tea garden area) (ANOVA)

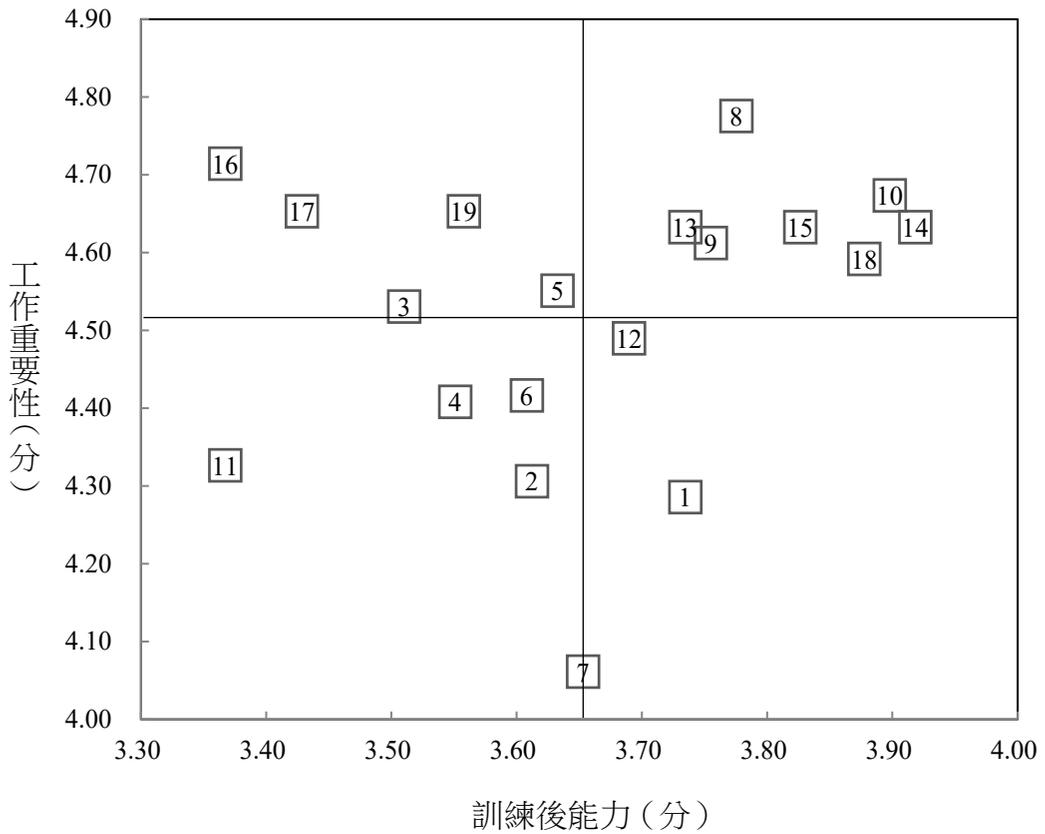
認知	構面	經營面積	個數 (人)	平均 (分)	F 值	顯著性	事後比較檢定 (LSD)
工作重要性	感官品評技能	無土地	13	4.92	3.561	0.036*	無土地 > 土地 2 公頃以內
		土地 2 公頃以內	21	4.48			
		土地 2.1 公頃以上	15	4.67			
		總和	49	4.65			
訓練前能力	茶樹栽培	無土地	13	4.83	3.961	0.026*	無土地 > 土地 2 公頃以內 無土地 > 土地 2.1 公頃以上
		土地 2 公頃以內	21	4.31			
		土地 2.1 公頃以上	15	4.21			
		總和	49	4.42			
學習前能力	感官品評技能	無土地	13	3.15	3.551	0.037*	無土地 > 土地 2 公頃以內 土地 2.1 公頃以上 > 土地 2 公頃以內
		土地 2 公頃以內	21	2.43			
		土地 2.1 公頃以上	15	3.13			
		總和	49	2.84			
學習難易度	茶葉加工	無土地	13	2.74	4.180	0.021*	土地 2 公頃以內 > 無土地 土地 2 公頃以內 > 土地 2.1 公頃以上
		土地 2 公頃以內	21	3.33			
		土地 2.1 公頃以上	15	2.77			
		總和	49	3.00			

備註：* $n < 0.05$ 。

表八、訓練後能力與工作重要性之重要度-表現程度分析分布

Table 8 Importance-performance analysis (IPA) of the distribution of the abilities after training and the importance of work

構面	編號	題項	象限
茶樹栽培	1	臺灣各茶區栽培品種及特色	IV
	2	茶園灌溉設施及應用	III
	3	茶樹病蟲害防治	II
	4	安全用藥及檢測	III
	5	茶樹土壤營養及肥培管理	II
	6	茶樹栽培構面平均	III
茶葉加工	7	不發酵茶製造技術	III
	8	部分發酵茶製造技術	I
	9	全發酵茶製造技術	I
	10	茶葉保鮮與儲藏技術	I
	11	製茶廠規劃設計概論	III
	12	茶葉加工構面平均	IV
感官品評知識	13	茶葉感官品評導論	I
	14	茶葉評鑑沖泡理論	I
	15	感官品評知識構面平均	I
感官品評技能	16	苦澀味辨識	II
	17	茶葉拼對辨識	II
	18	標準茶葉評鑑作業實務	I
	19	感官品評技能構面平均	II



圖一、訓練後能力與工作重要性之重要度-表現程度分析 (IPA)

Fig. 1. Importance-performance analysis (IPA) of the quadrant distribution of the abilities after training and the importance of work

The Study of Curriculum Planning and Integration of Tea: the Case of the Intermediate Class of Tea Sensory Evaluation in the Farmers' Academy

Ting-Mei Kuo¹ Wei-Cheng Pan² Yi-Hao Lin¹ Cheng-Nan Lai³
Jin-Chin Lin⁴

Summary

This study investigates the current knowledge, technical ability, working requirement of tea industry operated by students who participated in the intermediate class of tea sensory evaluation in 2017. The questionnaire is designed about total of 15 items and 4 constructs which about tea tree cultivation, tea manufacturing technology, tea sensory evaluation knowledge and skills. According to statistical analysis, after training the abilities are actually increased, and students' backgrounds (ex., gender, age, farming area and mode) possess significant relationship for ability, working requirement and learning difficulty, and the results could be references for courses planning. The results show that the relevance in working importance and level of ability enhanced after training through importance-performance analysis (IPA), they could provide references for reviewing and planning of future training courses, and provide key reference points for tea sensory evaluation tasters' training.

Key words: Evaluation of training effectiveness, Tea sensory evaluation, The Farmers' Academy

1. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.

2. Associate Researcher, Wenshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, New Taipei City. R.O.C.

3. Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.

4. Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.

臺灣茶業研究彙報 第 38 期

發行人：蘇宗振

編輯：賴正南

編輯委員：邱垂豐、吳聲舜、史瓊月、林金池、楊美珠、
蔡憲宗、劉天麟

審查委員：方珍玲、安寶貞、巫嘉昌、邱垂豐、林金池、
陳玄、陳英玲、陳俊良、陳右人、翁韶良、
黃騰鋒、楊美珠、蔡志賢、賴正南、鍾智昕、
鍾文鑫、蘇彥碩 (依姓氏筆劃序)

出版機關：行政院農業委員會茶業改良場

電話：03-4822059

地址：326 桃園市楊梅區埔心中興路 324 號

網址：<http://www.tres.gov.tw>

印刷所：華元廣告設計社 電話：03-4574555

出版年月：中華民國 108 年 11 月

工本費：NT\$210 元

ISSN: 0254-6590

GPN: 2007100029 膠裝